

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**Departamento de Estomatología III (Medicina y Cirugía Bucofacial)**



**TESIS DOCTORAL**

**Estudio mediante el sistema compudent navigator sobre los injertos óseos realizados con la técnica de elevación de seno convencional y la técnica de catéter-globo**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

**Stefanía Arena Etcheverry**

Director

Juan López-Quiles Martínez

Madrid, 2016

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y CIRUGÍA BUCOFACIAL**



**TESIS DOCTORAL**

ESTUDIO MEDIANTE EL SISTEMA COMPUDENT  
NAVIGATOR SOBRE LOS INJERTOS ÓSEOS REALIZADOS  
CON LA TÉCNICA DE ELEVACIÓN DE SENO  
CONVENCIONAL Y LA TÉCNICA DE CATÉTER-GLOBO

**STEFANIA ARENA ETCHEVERRY**

Madrid, 2015





**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y CIRUGÍA BUCOFACIAL**



**TESIS DOCTORAL**

**ESTUDIO MEDIANTE EL SISTEMA COMPUDENT  
NAVIGATOR SOBRE LOS INJERTOS ÓSEOS REALIZADOS  
CON LA TÉCNICA DE ELEVACIÓN DE SENO  
CONVENCIONAL Y LA TÉCNICA DE CATÉTER-GLOBO**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR**

**PRESENTADA POR**

**STEFANIA ARENA ETCHEVERRY**

**Director:**

**DR. J. LÓPEZ-QUILES MARTÍNEZ**

**Madrid, 2015**

# ÍNDICE

<b>I. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN</b>	<b>7</b>
<b>II. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS</b>	<b>15</b>
<b>III. INTRODUCCIÓN</b>	<b>18</b>
III. 1. Anatomía del seno maxilar	21
III. 2. Diagnóstico por imagen	24
III. 3. Indicaciones y contraindicaciones de la elevación de seno maxilar.	
Alternativas terapéuticas ante el maxilar posterior atrófico	28
III. 4. Historia y evolución de la elevación de seno maxilar	37
III. 5. Materiales de injerto	50
III. 6. Complicaciones	54
<b>IV. MATERIAL Y MÉTODO</b>	<b>64</b>
IV.1. Material	65
IV. 1. 1. Recursos humanos	65
IV. 1. 2. Equipamiento y material radiológico	66
IV. 1. 3. Equipamiento y material quirúrgico	67
IV. 1. 4. Equipamiento y material implantológico	70
IV. 1. 5. Material informático	71
IV. 2. Método	73
IV. 2. 1. Selección de los pacientes	73
IV. 2. 2. Estudios radiográficos	75
IV. 2. 3. Acto quirúrgico	75

IV. 2. 4. Controles postoperatorios tras las elevaciones sinusales	84
IV. 2. 5. Colocación de los implantes osteointegrados	84
IV. 2. 6. Segunda fase de los implantes	85
IV. 2. 7. Obtención de los datos: parámetros de estudio	86
IV. 2. 8. Tratamiento estadístico y análisis de los resultados	95
<b>V. RESULTADOS</b>	<b>97</b>
V. 1. Descripción de la serie y comparación de características entre grupos	98
V. 2. Estadística analítica	103
V. 2. 1. Implantes	103
V. 2. 2. Elevaciones de seno maxilar	122
<b>VI. DISCUSIÓN</b>	<b>131</b>
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>154</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>156</b>
<b>IX. RESUMEN EN INGLÉS</b>	<b>187</b>
<b>X. RESUMEN EN ESPAÑOL</b>	<b>196</b>
<b>XI. ANEXO</b>	<b>200</b>

## **I. Antecedentes y Justificación**

La odontología actual tiene como finalidad el restablecimiento del equilibrio biológico y funcional del sistema estomatognático, indistintamente del grado de atrofia o patología del mismo. Sin embargo, la dificultad aumenta cuanto más deteriorada se encuentra esta unidad morfofuncional y por tanto, resulta más complicado alcanzar estos propósitos con los procedimientos tradicionales.

Mediante las investigaciones llevadas a cabo, los avances en el diseño, las técnicas y los materiales en implantología, se han obtenido éxitos predecibles en su aplicación (1-3). De esta forma, en la actualidad disponemos de múltiples tipos de implantes, así como diversos métodos para resolver los frecuentes problemas que se presentan en la práctica clínica diaria.

Fue en 1965 cuando Bränemark comenzó a utilizar implantes endoóseos de titanio, siguiendo un rígido protocolo clínico de actuación (4,5). Posteriormente, numerosos estudios clínicos longitudinales demostraron un elevado porcentaje de éxito en el tratamiento de maxilares edéntulos, utilizando este tipo de implantes (6-8). Por lo tanto, una vez comprobado que se trataba de un tratamiento con una adecuada predictibilidad, la implantología se convirtió en una disciplina de rápida expansión.

La evolución de esta especialidad, llevó entre otras cosas, a relativizar de forma progresiva, la rigidez extrema a la hora de aplicar la implantología a nivel clínico, como se estableció en los trabajos iniciales de Bränemark. Este rigor que se ha ido atenuando con el paso de los años, ha provocado incluso que se hayan prescindido de algunos principios básicos, como por ejemplo, la necesidad de respetar un periodo de reposo y aislamiento de las fijaciones, para conseguir una adecuada osteointegración (9,10); o la imposibilidad de colocar implantes en sujetos con una disponibilidad ósea limitada (11). De este modo, se plantearon nuevos desafíos, lo que conllevó al desarrollo de nuevas investigaciones que se han ido aplicando en este campo y que por lo tanto, han permitido afrontar mejor los casos en los que antes no estaba indicada la colocación de implantes.

La implantología ha sufrido una amplia aceptación y esto se refleja en el incremento de la demanda de servicios relacionados con esta disciplina. Esta creciente necesidad, se debe en parte a su elevada tasa de éxito, su alta predictibilidad y al efecto compuesto por una serie de factores entre los que hay que mencionar (12):

- La pérdida dentaria causada por la edad.
- Las características anatómicas de los rebordes alveolares desdentados.
- Las necesidades psicológicas del paciente.
- Los resultados en ocasiones poco satisfactorios de las prótesis removibles.
- Los resultados predecibles a largo plazo de las prótesis implantosoportadas.
- El mayor conocimiento de las ventajas de los implantes por parte del público y los profesionales.

A pesar de la eminente reclamación por parte de los pacientes, no todos son susceptibles de recibir este tipo de tratamiento. Si bien es cierto que la rehabilitación de pacientes parcial o totalmente desdentados, mediante implantes osteointegrados, se ha convertido en una práctica común en las últimas décadas; es necesario entre otros requisitos, la existencia de unas condiciones locales convenientes del hueso residual. Estas condiciones ideales, engloban una altura y anchura ósea adecuada, una relación máxilo-mandibular favorable y unos tejidos blandos periimplantarios adecuados (11,13).

Sin embargo, estos requisitos no siempre se encuentran presentes. Es sabido que después de la pérdida dentaria, el reborde alveolar sufre una reducción ósea crónica, progresiva e irreversible. Esta reabsorción ósea acumulativa ocurre de forma lenta, en un largo periodo de tiempo y por tanto, deja cada vez un reborde residual menor.

Este fenómeno, puede estar condicionado por diferentes factores entre los que caben destacar (14,15):

- Duración del edentulismo, ya que la mayor reabsorción se produce inmediatamente después de la extracción de los dientes, debido a los procesos de cicatrización y remodelación ósea, y continúa después más lentamente pero de forma progresiva (16,17).
- Frecuencia, dirección e intensidad de las fuerzas que actúan contra el proceso alveolar, así como el ajuste de la prótesis portada anteriormente.
- Enfermedad periodontal avanzada.



- También se consideran algunos factores sistémicos como la edad, el sexo, los desórdenes hormonales, los factores metabólicos y la inflamación.

Este proceso de reducción ósea es muy variable, dependiendo no sólo del tiempo transcurrido, sino de la localización anatómica, siendo la media de reabsorción en altura en la mandíbula durante el primer año, entre 4 y 6 mm tras la extracción dentaria, mientras que en el maxilar entre 2 y 4 mm (18,19). Posteriormente, esta reducción prosigue más lentamente, pero de forma más rápida e intensa en la mandíbula que en el maxilar, aproximadamente 0,4 mm y 0,1 mm respectivamente por año sucesivo, es decir, una proporción aproximada de 3/1 o 4/1 (20-22).

En el caso de la mandíbula, la reabsorción conduce a un ensanchamiento de la arcada dentaria en la región molar, lo contrario a lo que ocurre en el sector anterior. En casos de reabsorción avanzada la región del cuerpo mandibular puede llegar a perder hasta el 70% de su volumen óseo y estructuras anatómicas como las apófisis geni, el conducto dentario inferior o el forámen mentoniano pueden aproximarse al borde superior de la mandíbula, con el consiguiente riesgo de lesión durante el acto quirúrgico (12,14).

En el maxilar el patrón de reabsorción es diferente, pudiéndose observar una contracción de la arcada dentaria, notablemente más acusada en la región anterior que en la posterior. A pesar de que en este sector, la pérdida ósea es considerablemente menor que en la zona anterior, ésta puede verse afectada por una neumatización progresiva del seno maxilar, limitando por tanto, la cantidad de hueso vertical disponible en la región posterior del reborde alveolar, siendo ésta a menudo inferior a 10 mm (23). Como ocurre en la mandíbula, cuando la reabsorción es muy intensa, la cresta residual puede aproximarse y relacionarse con estructuras normalmente alejadas del proceso alveolar, como la espina nasal anterior, el extremo inferior de la cresta cigomático alveolar y el seno maxilar, que puede llegar a presentar un suelo muy delgado e incluso con defectos (14).

Cuando la pérdida ósea es considerable y acontece en ambas arcadas, se produce una importante incongruencia entre éstas, ya que la inferior se encuentra ensanchada y la superior comprimida. Por ello, es necesario tener en cuenta estos cambios a la hora de realizar el diagnóstico y planificación del tratamiento con implantes ya que puede

conllevar una serie de problemas para la futura rehabilitación, como los que se enumeran a continuación (24):

- Deficiente volumen óseo para colocar fijaciones de longitud adecuada para soportar las cargas masticatorias.
- Dirección inadecuada de los implantes que ocasiona relaciones oclusales desfavorables.
- Posibilidad de lesionar o invadir estructuras anatómicas intraóseas como el conducto dentario inferior, el seno maxilar o las fosas nasales.

Vista la importancia de disponer de una cantidad mínima de hueso para la colocación de los implantes, la valoración de la calidad así como de la cantidad ósea remanente, ha promovido el desarrollo de diversas clasificaciones como las de Atwood (21), Misch y Judy (25), Cawood y Howell (26) o Lekholm y Zarb (8). En el caso de la clasificación de Lekholm y Zarb, la distribución se hace en función del grado de reabsorción y de la calidad ósea (Figura 1):

Grado de reabsorción:

- 1- Está presente la mayor parte de la apófisis alveolar.
- 2- Existe una reabsorción moderada del proceso residual alveolar.
- 3- La reabsorción se presenta de forma avanzada en la apófisis alveolar y solo existe hueso basal.
- 4- Se inicia la reabsorción del hueso basal.
- 5- Existe reabsorción extrema del hueso basal.

Calidad ósea:

- 1- Hueso compacto homogéneo.
- 2- Gruesa capa de hueso compacto, envuelve un núcleo de hueso trabecular denso.
- 3- Delgada capa de hueso cortical, envuelve un núcleo de hueso trabecular denso.

4- Delgada capa de hueso cortical, envuelve un núcleo de hueso trabecular de baja densidad.

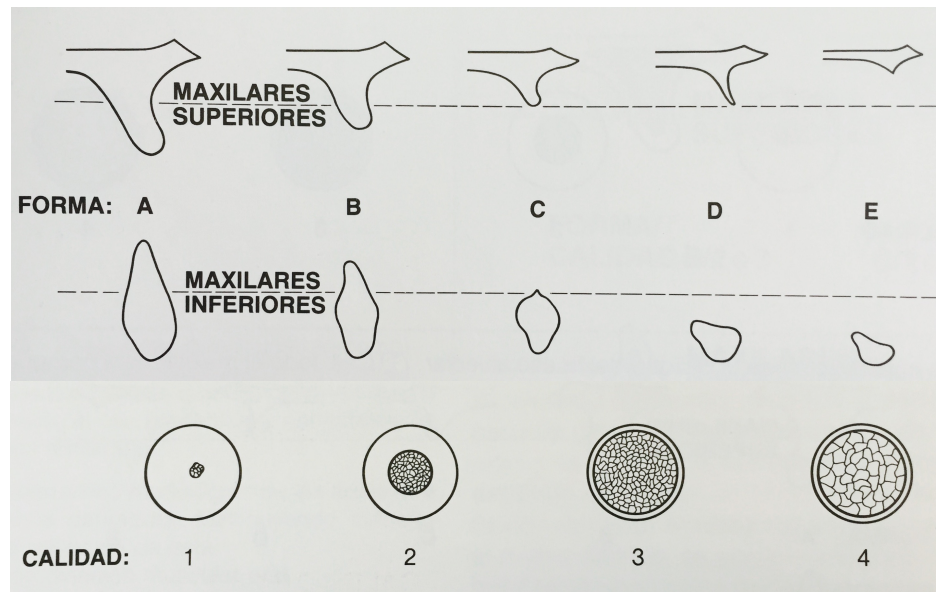


Figura 1. Clasificación de Leckholm y Zarb (8).

Es frecuente encontrar situaciones en donde la cantidad ósea remanente supone un compromiso para la colocación de los implantes, debido a su escasa disponibilidad. Como ya ha sido expuesto, en los inicios de la implantología, esta inadecuada cantidad ósea, era uno de los factores que impedía u obstaculizaba multitud de tratamientos, provocando en ocasiones, la obtención de unos resultados poco satisfactorios e incluso pudiendo condicionar su éxito a largo plazo. Sin embargo, a lo largo de los años, el tratamiento quirúrgico ha sufrido cambios notables, y hoy en día estos casos más complejos, pueden ser tratados con implantes, siendo sus resultados altamente predecibles.

Cuando el grado de reabsorción ósea es muy avanzado y por tanto, la cantidad de hueso se encuentra comprometida, entran en juego diversas técnicas, la mayoría catalogadas dentro de lo que se denomina hoy en día cirugía avanzada. Como ya se ha explicado, las áreas que plantean un mayor desafío a nivel implantológico son las relacionadas con las fosas nasales, los senos maxilares y con el conducto dentario inferior (14).

Para resolver estos impedimentos y rehabilitar con implantes a los pacientes con gran pérdida ósea, actualmente se dispone de múltiples opciones que buscan aumentar tanto la anchura como la altura de la cresta alveolar. De entre todos estos procedimientos, cabe destacar la realización de injertos óseos de diferente procedencia, (autógenos, heterólogos o aloplásticos) ya sean particulados o en bloque, colocados onlay o inlay, o empleados con o sin regeneración ósea guiada (27-29). También hay que mencionar la posibilidad de colocar fijaciones en otras localizaciones, como los implantes cigomáticos o pterigoideos (30,31); la realización de lateralizaciones o transposiciones del nervio dentario o la colocación de distractores óseos (32,33).

Muchos de estos procedimientos son delicados de realizar y es fundamental una adecuada destreza por parte del operador. Hasta hace unos años, se trataba de tratamientos agresivos con una alta tasa de morbilidad y con un postoperatorio comprometido para los pacientes. Sin embargo, en la actualidad son numerosos los trabajos que investigan diferentes técnicas y procedimientos de aumento óseo, que intentan simplificar su ejecución así como disminuir su invasividad (34-38).

El presente trabajo se ha centrado en la realización de injertos óseos en la región postero-superior del maxilar. La elevación de seno maxilar es una técnica que lleva en uso desde los años 60 (39,40) y por ello, son múltiples los estudios que han evaluado sus resultados a largo plazo (41-43), así como las diferentes técnicas que se han ido desarrollando (23,44-46) y los tipos de injertos empleados para su realización (47-49).

Martínez-González y cols. (50) observaron en su estudio sobre la demanda social de implantología avanzada, que en casos de extremos libres posterosuperiores, existía entre un 35,38% y un 72,76% de pacientes que no tendrían posibilidades de colocación de implantes con técnicas básicas. Estos autores establecen que el riesgo aumenta en los sectores más distales, siendo necesario en el caso del maxilar, plantearse técnicas como la elevación sinusal.

Entendemos justificado el haber llevado a cabo este trabajo, ya que se ha evaluado la realización de elevaciones de seno maxilar con la ayuda de un sistema en el cual se usa un catéter-globo para su ejecución, llamado Balloon Lift Control® (Hager & Meisinger GmbH, Hanseemannstr, Neuss, Alemania). Esta técnica se plantea como una posible alternativa, presentando un acceso al seno, así como un despegamiento de la

mucosa de Schneider más conservador, reduciendo de esta forma los riesgos y los daños asociados habitualmente a este procedimiento.

La elevación de seno maxilar asistida por un catéter-globo, cuenta en la actualidad con escasos artículos que demuestren su fiabilidad (23,36,51-61). De esta forma, se ha pretendido describir la técnica y contrastar sus ventajas, desventajas, así como valorar la ganancia ósea comparándola con la elevación de seno maxilar tradicional.

## **II. Hipótesis de trabajo y Objetivos**

La pérdida dentaria produce una reabsorción del hueso alveolar, lo que a largo plazo, puede complicar o impedir una futura rehabilitación oral con implantes osteointegrados. Sin embargo, debido a la importante evolución que ha experimentado la implantología, hoy en día son cada vez menos numerosas las regiones anatómicas que no son subsidiarias de tratamientos implantológicos.

En el maxilar superior, las técnicas quirúrgicas han sufrido cambios significativos. La ausencia de un volumen óseo adecuado se ha visto remediada por medio de técnicas que actualmente se utilizan de forma frecuente, como la elevación del suelo sinusal o nasal, la colocación de implantes cortos, diferentes tipos de injertos y hasta otros procedimientos más complicados como la colocación de implantes ptérgoideos o cigomáticos (23,62-65).

La elevación de seno maxilar es en la actualidad, una técnica que se emplea de forma rutinaria, pero no por ello representa un procedimiento sencillo y libre de complicaciones. Se trata de un método que precisa de cierta habilidad quirúrgica, en especial para despegar la membrana de Schneider, que es perforada con tanta asiduidad.

La literatura analizada refleja el gran número de nuevos abordajes y sistemas para acceder al seno, que procuran ser cada vez menos invasivos y buscan aportar mayores garantías de éxito, demostrando que actualmente, se trata de una técnica en constante desarrollo. De esta forma, los diversos estudios tratan de evaluar las distintas técnicas que existen para la elevación de seno, con la finalidad de convertir este tratamiento en una técnica sencilla, segura, mínimamente invasiva, que proporcione una óptima cantidad y calidad de injerto y con la cual, el tiempo quirúrgico sea el mínimo posible, suponiendo esto, un avance significativo en este área.

Dentro de estos nuevos métodos de elevación sinusal, cabe mencionar la elevación de seno maxilar mediante catéter-globo que cuenta en la actualidad con un número limitado de artículos presentes en la literatura (23,36,51-61). Los doctores Benner, Heuckmann, y Bauer crearon el sistema Balloon Lift Control, estableciendo que el empleo de una catéter-globo como ayuda en las elevaciones sinusales, permitiría efectuar un acceso poco invasivo al seno maxilar, evitar perforaciones de la membrana, disminuir el tiempo quirúrgico y por lo tanto aumentar la comodidad del paciente.

La hipótesis de trabajo de este estudio, plantea que la elevación de seno maxilar mediante catéter-globo, es una técnica útil, predecible y adecuada para la obtención de injertos óseos, consiguiendo un volumen conveniente para la posterior rehabilitación con implantes.

Ante esta proposición, los objetivos de este trabajo se dirigen hacia:

- 1- Describir la técnica de elevación de seno maxilar mediante catéter-globo y compararla con otros sistemas similares de elevación sinusal, mínimamente invasivos.
- 2- Comparar las complicaciones peri y postoperatorias registradas con el grupo control y contrastar los resultados con los artículos presentes en la literatura.
- 3- Demostrar que la elevación de seno maxilar mediante catéter-globo es una técnica predecible, para obtener un volumen y una altura ósea adecuada para la posterior colocación de implantes de medida estándar (4x10 mm y/o hasta 5x12 mm).
- 4- Evaluar si el volumen óseo obtenido es apto para la colocación de 1, 2 o 3 fijaciones en cada elevación sinusal.



## **III. Introducción**

La región de los dientes antrales supone una zona habitual de tratamiento, tanto en cirugía bucal como en implantología. Sin embargo, presenta una serie de características que en ocasiones hacen que se trate de una zona comprometida para la posterior colocación de implantes. Es importante considerar los siguientes aspectos (12,66):

#### 1-Calidad ósea:

Esta zona presenta un hueso de baja densidad, siendo característico encontrar un tejido óseo trabecular poroso (hueso tipo III y IV de la clasificación de Lekholm y Zarb (8). Esta deficiente calidad ósea va a proporcionar por un lado, una escasa superficie de hueso en contacto con el implante, así como una baja estabilidad primaria de las fijaciones durante su fase de reposo.

#### 2-Patrón de reabsorción ósea:

El patrón de reabsorción del maxilar superior es centrípeto, al igual que el del sector anterior mandibular; mientras que en la región posterior ocurre en sentido contrario. Por tanto en casos de reabsorciones avanzadas, es frecuente encontrar unas relaciones intermaxilares inadecuadas que habrá que tener en cuenta a la hora de la rehabilitación protésica (20).

#### 3- Disponibilidad ósea:

Este sector se caracteriza por presentar una pérdida ósea mayor en altura que en anchura. Esto es debido a un conjunto de factores, dentro de los cuales hay que subrayar la reabsorción ósea y la neumatización del seno maxilar subsiguientes a la pérdida dentaria.

#### 4- Fuerzas oclusales de mayor intensidad:

En la región posterior, las fuerzas oclusales pueden ser de tres a cuatro veces superiores en comparación con la región anterior. De esta forma hay que considerar que los implantes colocados en este sector, tienen que soportar fuerzas oclusales de mayor intensidad (67,68).

5- Relación corona-implante desfavorable:

Debido a la progresiva reabsorción ósea en altura del maxilar, la distancia existente entre la cresta ósea y la dentición antagonista va aumentando, siendo la relación corona-implante cada vez más desfavorable.

De este modo, la insuficiente disponibilidad ósea que se suele encontrar en esta región, unida a un aumento de la neumatización del seno maxilar y a que se trata de un hueso de baja calidad, hacen que la colocación de implantes sea problemática y que en múltiples ocasiones sean necesarias técnicas de aumento óseo.

De hecho, los estudios que evalúan el fracaso de los implantes, indican que la región posterior del maxilar, es un área con un elevado porcentaje de fracasos, debido en parte a esta baja calidad de hueso, a la necesidad de colocar implantes cortos y al aumento de las fuerzas oclusales (67-70).

Por ello, en los tratamientos implantológicos de este sector, además de disponer de métodos de diagnóstico por imagen adecuados, que permitan examinar con exactitud la región anatómica a tratar, resulta fundamental conocer de forma detallada la anatomía de esta región.

### III. 1. Anatomía del seno maxilar

El seno maxilar es el mayor de los cuatro senos paranasales. Se trata de una cavidad neumática que en el individuo adulto tiene forma piramidal, cuya base se orienta hacia la pared nasal lateral y cuyo vértice se extiende hacia el hueso cigomático. De esta forma, el seno maxilar está rodeado por seis paredes óseas que contienen numerosas estructuras que hay que tener en cuenta cuando se realizan maniobras quirúrgicas en esta zona.

El antro de Highmore desempeña una serie de funciones entre las que se encuentran: capacidad olfatoria, respiratoria, defensiva, fonatoria y refleja, contribuyendo a disminuir el peso del cráneo (14,71).

En el neonato es un espacio prácticamente inapreciable que va aumentando de tamaño en relación al desarrollo craneofacial y principalmente de la dentición. En la edad adulta las dimensiones aproximadas del seno maxilar son de 30 mm en sentido anteroposterior, 25 mm en anchura y 35 mm en altura, siendo su volumen medio de 15 ml. Sin embargo, son frecuentes las variaciones individuales en el volumen y las dimensiones, que también se pueden observar en ocasiones entre los lados izquierdo y derecho de un mismo individuo (12,72).

La pared anterior del antro maxilar está formada por hueso compacto y fino e incluye ramas del nervio infraorbitario y vasos sanguíneos, que van hacia los dientes maxilares anteriores (región canina), así como al periodonto que los rodea.

La pared superior, coincide con el suelo orbitario. Se trata de fina lámina de hueso que presentar un reborde óseo que alberga el conducto infraorbitario, con el nervio infraorbitario y los correspondientes vasos sanguíneos.

La pared posterior corresponde a la tuberosidad maxilar, separa el antro de la fosa pterigopalatina y contiene el nervio y los vasos alveolares posterosuperiores.

La pared medial separa el seno maxilar de la fosa nasal. Por su cara nasal, sustenta los cornetes inferior y medio mientras que su cara sinusal es lisa. La parte inferior de la pared medial corresponde al meato inferior y al suelo de la fosa nasal mientras que la parte superior corresponde al meato medio. En la parte superior de esta

pared se encuentra también el orificio maxilar u ostium de drenaje que conecta el seno maxilar con la cavidad nasal.

El suelo del seno está formado por la apófisis alveolar y palatina del hueso maxilar y mantiene una relación muy estrecha con los ápices de los molares y los premolares superiores. Estos dientes están separados de la mucosa sinusal por una fina capa de hueso, pero pueden estar en contacto directo con la misma. Como ya ha sido comentado, si se pierden estos dientes, el antro se expande y el suelo del seno puede unirse a la cresta del reborde alveolar residual siendo frecuentes las perforaciones de esta pared como consecuencia de antiguas infecciones o traumatismos relacionados con los dientes.

Por último, la pared lateral del seno maxilar forma el maxilar posterior y la apófisis cigomática. Esta pared puede tener varios milímetros de espesor en las personas dentadas, aunque este espesor va disminuyendo a lo largo del tiempo con la pérdida de los dientes posteriores.

No es infrecuente la existencia de tabiques óseos intrasinales, también llamados septos de Underwood, que pueden encontrarse de forma completa o parcial subdividiendo el seno maxilar. Estos tabiques tienen una escasa relevancia fisiológica pero es importante diagnosticarlos ya que desde el punto de vista quirúrgico complican considerablemente la cirugía de injerto del seno maxilar (73-75). Diversos autores establecen que su incidencia varía desde el 20% hasta el 35% y aunque su altura media sea aproximadamente de 7,5 mm, suelen ser más largos en los maxilares atróficos desdentados situándose con más frecuencia a la altura de los molares (76,77).

La cavidad sinusal está recubierta por una membrana firmemente unida al periostio, denominada membrana de Schneider. Esta mucosa de espesor variable (0.3-2 mm), en condiciones normales es fina y delicada, pero puede alterarse volviéndose hiperplásica ante la presencia de ciertas patologías como procesos inflamatorios o infecciosos crónicos (71,78,79).

Esta mucosa está formada por un epitelio de tipo cuboide cilíndrico ciliado pseudoestratificado con células caliciformes secretoras de moco y abundantes glándulas serosas y mucosas que predominan en las proximidades del ostium maxilar. Existen

unas corrientes ciliares que se producen cerca de la pared medial del seno cuya función es transportar las secreciones hasta el ostium de drenaje (71).

En cuanto a la vascularización del antro de Highmore, ésta procede de la arteria carótida externa, realizándose fundamentalmente mediante ramas de la arteria maxilar interna; en concreto a través de las arterias alveolar posterosuperior (AAPS), infraorbitaria y esfenopalatina. Múltiples autores estudian el recorrido de estas arterias ya que en la pared anterolateral de seno, es decir la región de acceso quirúrgico, confluyen la arteria infraorbitaria y la AAPS, lo que puede ocasionar hemorragias durante la cirugía (80,81). Ilgüy y cols. (82) observaron en su estudio sobre 270 senos maxilares examinados mediante tomografías computarizadas (TC), que en el 89,3 % de las pruebas radiológicas, se podía apreciar la AAPS. En el 71,1 % de los casos su recorrido era intraóseo, en el 13 % la arteria discurría por debajo de la membrana sinusal y en el 5,2 % restante, ésta se situaba sobre la cortical externa del seno. El retorno venoso se efectúa por medio de la vena facial, esfenopalatina y el plexo pterigoideo (83).

La inervación sensitiva procede de la rama maxilar (ramos dentarios anteriores, medios y posteriores del nervio infraorbitario) y la inervación vegetativa se realiza por ramos del ganglio esfenopalatino (83).

Por último, el drenaje linfático se realiza a través del ostium hacia los nódulos retrofaríngeos, la porción posterior de la pirámide nasal, la epifaringe y la cadena yugular interna. Sin embargo, la pared anteroexterna drena hacia los ganglios submandibulares y cervicales superficiales (14,71,84).

Cuando es necesario realizar procedimientos quirúrgicos en esta región, los conocimientos sobre anatomía y el diagnóstico clínico pueden proporcionar una vaga idea del tejido óseo disponible para la colocación de implantes. Asimismo, la edad del paciente y el tiempo transcurrido desde la pérdida de los dientes pueden orientar con respecto al grado de neumatización del antro. Sin embargo, las técnicas de diagnóstico por imagen ofrecen un panorama más amplio con el cual la planificación del tratamiento será más sencilla y precisa. Por ello es necesario contar con técnicas radiológicas adecuadas con el fin de realizar un correcto diagnóstico (12).

## III. 2. Diagnóstico por imagen

Uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de la implantología ha sido el diagnóstico por imagen. Al igual que esta especialidad, la radiología ha sufrido grandes cambios; por un lado, aumentando el número de técnicas diagnósticas y por otro, modificando los sistemas utilizados para la obtención de las imágenes.

Los estudios radiográficos son esenciales en la fase de planificación implantológica, ya que permiten localizar estructuras anatómicas, detectar patologías existentes, y valorar las características morfológicas del área a implantar. En este sentido, servirán de ayuda para conocer la cantidad, calidad o inclinación del proceso alveolar, para así seleccionar los implantes más adecuados y posteriormente tener un control de éstos. Por estos motivos, es importante la utilización de técnicas de gran precisión (83,85).

De esta forma, desde que comenzó a generalizarse el tratamiento implantológico, se ha dispuesto de un gran número de posibilidades, cada vez más sofisticadas y exactas, como ayuda en el diagnóstico.

La exploración del antro de Highmore es fundamental si un paciente va a ser sometido a una elevación de seno maxilar. Inicialmente y con el fin de obtener una visión global del seno, se pueden utilizar radiografías convencionales como ortopantomografías y otras proyecciones como la de Waters, laterales de cráneo o de Cadwell (71,83). Se trata de técnicas que aportan una gran información a bajo coste y radiación. Sin embargo, como principales desventajas, hay que destacar la distorsión de las imágenes y el hecho de que la representación de las áreas estudiadas es bidimensional. Por tanto, además de la falta de información sobre la anchura ósea, hay que tener en cuenta la gran superposición de estructuras en las placas radiográficas, lo que puede conllevar a un diagnóstico erróneo y afectar la planificación quirúrgica. Por estas razones, estas radiografías, principalmente la ortopantomografía, deben utilizarse únicamente para hacer un primer diagnóstico y un plan de tratamiento que oriente el caso (12,14,86-88).

Para obtener una información más exacta, hoy en día se utilizan otras técnicas como la tomografía computarizada, la resonancia magnética o la endoscopia.

La resonancia magnética tiene una utilidad limitada en implantología ya que no permite realizar un estudio adecuado del tejido óseo. Aunque algunos autores han hecho uso de esta técnica para hacer valoraciones pre y post elevaciones de seno (89,90), se suele reservar para ocasiones en donde es necesario diagnosticar patología de los tejidos blandos. En relación a la endoscopia, estará indicada en aquellos casos en donde el resto de pruebas diagnósticas hagan sospechar de patología sinusal. Esta técnica permite visualizar directamente el seno maxilar, obtener imágenes tridimensionales así como tomar biopsias y tratar ciertas patología del antro de Highmore (14,71,83).

La TC es la técnica de elección cuando se van a realizar tratamientos quirúrgicos como la elevación de seno maxilar, ya que permite una valoración tridimensional del seno, tanto de las partes duras y en buena medida de las blandas. A través de esta exploración, se puede completar un buen diagnóstico y además estimar las posibles complicaciones a la hora de realizar dicho procedimiento. Por lo tanto, permite evaluar la presencia de alteraciones locales del seno, como tabiques intrasinales o comunicaciones bucosinales. Asimismo se apreciará la existencia de patología sinusal descartando entre otros, posibles engrosamientos de la membrana o mucocelos que podrían representar una contraindicación absoluta o relativa para la ejecución de esta técnica (88).

Comparando el diagnóstico de septos intrasinales con radiografías panorámicas y TC, Maestre-Ferrín y cols. (91) determinaron que para hacer una completa evaluación del seno es necesario realizar un estudio radiológico mediante TC. En su trabajo, examinaron 60 senos maxilares y encontraron que en el 46,5% de los casos, la ortopantomografía conllevó a un diagnóstico erróneo con respecto a la presencia de estos tabiques óseos. De la misma forma Diniz y cols. (92), demostraron la necesidad de efectuar una planificación prequirúrgica con TC ya que compararon los planes de tratamiento efectuados con ortopantomografía y TC, observando que en un porcentaje estadísticamente significativo, se modificó la programación tras examinar las TC.

En la actualidad, el diagnóstico por imagen se ha visto enriquecido por la introducción de la informática. El desarrollo de las tomografías computarizadas, asociado a las nuevas tecnologías por ordenador, aporta una nueva percepción de los maxilares, permitiendo ver la disposición de los implantes en el hueso antes de su



colocación, o incluso posibilitando la colocación de implantes guiados por ordenador con la instalación inmediata de la prótesis (14) (Figura 2).

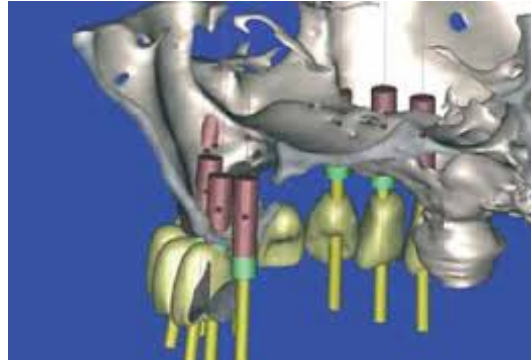


Figura 2: Software de planificación implantológica (93).

Por ello, los avances en los diferentes softwares de planificación digital, permiten efectuar diagnósticos de elevada precisión, así como la realización de programaciones implantológicas de manera óptima y segura.

Hoy en día se emplean múltiples programas diseñados para ser utilizados directamente por el clínico, como SimPlant® (Materialise Dental, Leuven, Bélgica), Compudent Navigator® (TC Max, Buenos Aires, Argentina), Nobel Clinician® (Nobel Biocare AB, Gothenburg, Suecia) o Invivo® (Gendex Dental Systems, Hatfield, USA) entre otros. Estos softwares que facilitan la planificación, permiten manipular las diferentes imágenes ofrecidas por el programa directamente desde un ordenador personal. De esta forma, además de reproducir la colocación de los implantes dentro del hueso, verificar su localización e inclinación exacta para obtener una adecuada restauración, permiten determinar la cantidad de injerto necesario para efectuar procedimientos de aumento óseo y otras muchas aplicaciones que simplifican el tratamiento de forma notable y evitan contratiempos (14,94).

Para ello, es necesario que las imágenes radiográficas obtenidas en formato DICOM, sean procesadas en una estación de trabajo, mediante el software que se haya seleccionado y una vez tratadas, deben ser enviadas al programa informático en

cuestión, en donde ya se puede comenzar con la planificación o las mediciones correspondientes.

En el presente estudio, se ha utilizado como programa informático el Compudent Navigator. Aunque su uso se explica en el apartado de metodología, este programa permite, entre otras múltiples herramientas, valorar el volumen de injerto óseo previo a la cirugía, para así poder planificar con exactitud la cantidad de biomaterial necesario a la hora de realizar una elevación de seno maxilar. Son múltiples los estudios que evalúan mediante el cálculo de volúmenes, la cantidad de injerto requerido para efectuar elevaciones sinusales (72,95,96) o miden de forma postoperatoria su reabsorción con el paso del tiempo (97-100).

Estos autores utilizan diferentes formas, así como diversos programas y softwares, con el fin de calcular estos volúmenes, habiendo encontrado únicamente un solo autor que ha empleado el programa CompuDent Navigator (101,102). En el presente estudio y como se expondrá más adelante, éste programa se ha utilizado como una prestación para calcular los volúmenes de injerto obtenidos de manera objetiva y con mayor exactitud.

### **III. 3. Indicaciones y contraindicaciones de la elevación de seno maxilar. Alternativas terapéuticas ante el maxilar posterior atrófico.**

La elevación de seno maxilar es un procedimiento de aumento óseo que está indicado cuando la región posterior del maxilar se encuentra reabsorbida y por tanto, la disponibilidad ósea para colocar implantes no es adecuada. Esta pérdida ósea de origen multifactorial (15), produce con el paso del tiempo, una alteración del reborde alveolar en los tres planos del espacio. Por esta razón es importante conocer el tipo de reabsorción, siendo necesario evaluar la altura y la anchura ósea, así como las relaciones horizontales y verticales con respecto a la arcada contraria.

Cuando existe una pérdida ósea en la parte posterior del maxilar, la planificación pre-quirúrgica será diferente y por tanto, estarán indicados distintos tratamientos en función del tipo de atrofia presente. En casos de reabsorción a expensas de un aumento de la neumatización del seno maxilar, sí que estaría indicado la realización de una elevación sinusal; sin embargo, ante una pérdida ósea en sentido vertical con un espacio interoclusal aumentado, sería necesario una reconstrucción vertical, asociada o no, a una elevación de seno (103,104).

Antes de proceder a la realización de esta técnica y una vez completadas la exploración clínica y radiológica, hay que realizar una adecuada selección de los pacientes. En términos generales, la mayoría de los autores coinciden en una serie de condiciones, en donde la elevación de seno no debería estar indicada o tendría que posponerse. Dichas circunstancias se pueden resumir en el siguiente listado (12,15,65,83,105):

- Sepsis.
- Enfermedades sistémicas descontroladas.
- Trastornos psicológicos.
- Drogadicción y alcoholismo.
- Tabaquismo importante.
- Pacientes sometidos a radiación en el territorio maxilofacial.

- Pacientes en tratamiento con quimioterapia.
- Pacientes en tratamiento con bifosfonatos o fármacos que alteren el metabolismo óseo.
- Rinosinusitis aguda o crónica.
- Tumores maxilares o del seno maxilar.
- Quistes de retención de gran tamaño.
- Cuerpos extraños en el interior del seno.
- Rinitis alérgica.
- Fístulas oroantrales.
- Alteraciones del seno como trastornos de la función de la membrana sinusal o estrechamiento del complejo osteomeatal.
- Inadecuada relación de los rebordes alveolares.
- Enfermedad periodontal activa.

Ciertamente muchas de estas condiciones pueden restablecerse con un tratamiento previo, en ocasiones en conjunto con el otorrinolaringólogo, para posteriormente realizar la elevación sinusal.

En los últimos años, la elevación de seno se ha extendido en el tratamiento del maxilar posterior atrófico y por ello, han sido múltiples los estudios y el desarrollo de nuevas técnicas de elevación de sinusal. Muchas de ellas han sido creadas con el fin de facilitar la ejecución de la técnica clásica de ventana lateral (106-108), evitar las complicaciones que pudiesen surgir durante su realización, así como para mejorar el postoperatorio de los pacientes (23,109,110).

Sin embargo, en determinadas situaciones, el uso de otras alternativas quirúrgicas que conllevan a veces menos riesgos u otras ventajas adicionales, pueden ser de elección ante el maxilar posterior reabsorbido (111,112).

### III. 3. 1. Implantes cortos

Siempre y cuando se disponga de una cantidad suficiente de tejido óseo, una de las primeras alternativas por las que se puede optar en el tratamiento implantológico del maxilar posterior atrófico, es la colocación de implantes cortos (113,114).

Diversos estudios que evalúan la supervivencia de los implantes, indican que la región posterior del maxilar es un área con una alta tasa de fracasos, debido en parte a la necesidad de colocar fijaciones cortas en un hueso de baja calidad. Son numerosos los autores que han experimentado una mayor pérdida de implantes cortos comparados con otros de mayor longitud, considerando fijaciones cortas aquellas con longitudes comprendidas entre los 5 y 8 mm aunque en ocasiones se habla de implantes de entre 7 y 10mm (69,115-119). Garg y cols. (116), comentan en su publicación, la necesidad de colocar fijaciones de al menos 10 mm en la zona del seno maxilar para obtener unos resultados predecibles. Por otro lado, Yamamichi y cols. (120) y Schleier y cols. (121) observan en sus estudios un aumento del fracaso de los implantes cuando estos tienen una longitud menor de 8 mm y no recomiendan su colocación en huesos de baja calidad.

Sin embargo en la actualidad, se ha demostrado una elevada tasa de éxito con la colocación de fijaciones cortas debido en parte, a una mejora en sus diseños a nivel macro y microscópico (63,122-125). En este momento, la utilización de implantes de dimensiones reducidas está en auge y son múltiples los estudios que evalúan el comportamiento de éstos a largo plazo, demostrando que se trata de una alternativa que proporciona unos resultados adecuados. No obstante, los diferentes autores que preconizan su uso, recomiendan aumentar el número de fijaciones y que éstas posean la mayor anchura posible ya que su longitud está limitada por la poca disponibilidad ósea. De esta forma, con el aumento del número de implantes y de su diámetro, se incrementa el área de contacto total entre las fijaciones y el hueso que los rodea, con lo cual se aumenta el área de osteointegración y por tanto de soporte (65,113,114,126,127) (Figura 3).

Sin embargo, y aunque se trate de una alternativa más cómoda, rápida y económica para el paciente, la colocación de implantes cortos requiere un mínimo de altura y de anchura de cresta residual que no siempre existe y por lo tanto, no excluye la necesidad de realizar técnicas de aumento óseo en la región del seno maxilar.



Figura 3. Implantes cortos para evitar la realización de elevaciones de seno maxilar.

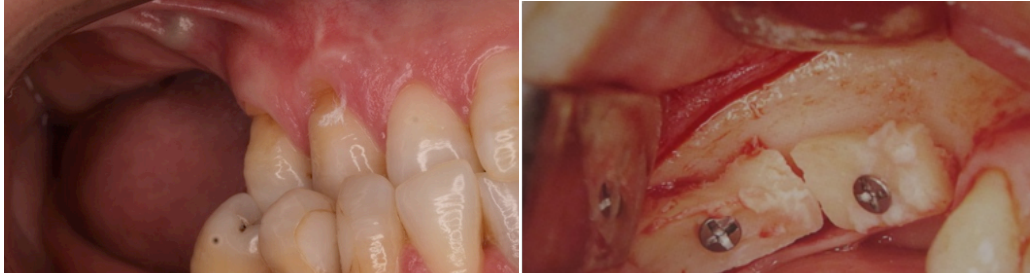
### III. 3. 2. Procedimientos de aumento óseo

En relación a los procedimientos que persiguen aumentar el reborde alveolar, existen diversas alternativas a tener en cuenta como la regeneración ósea guiada, la colocación de injertos en bloque o la distracción alveolar osteogénica.

#### III. 3. 2. a. Injertos en bloque

Con respecto a los injertos en bloque, suelen ser necesarios cuando se requiere un volumen de hueso considerable ya sea en altura o en anchura. Este tipo de injertos han sido utilizados por numerosos clínicos, pudiendo ser heterólogos, aloplásticos, homólogos o autólogos; éstos últimos, procediendo de zonas donantes intra o extraorales; colocados de forma onlay o inlay y con la instalación de los implantes en una o dos fases (62,64).

Una de las indicaciones para realizar este procedimiento en la región posterior del maxilar es cuando la conformación del seno es normal, es decir que no se ha producido un aumento de la neumatización del seno, sino que hay una severa reabsorción de la cresta alveolar residual en sentido vertical y por lo tanto la distancia interarcada esta aumentada. De esta forma, la colocación del injerto sería sobre el reborde alveolar con el fin de ganar altura y armonizar el plano oclusal (Figuras 4 y 5).



Figuras 4 y 5. Reabsorción severa de la cresta alveolar resuelta con injertos en bloque.

Aunque se trata de una técnica que es utilizada con frecuencia para resolver casos de reabsorciones severas, hay que tener en cuenta sus desventajas. Chaushu y cols. (128) registraron las principales complicaciones que surgieron en su estudio, en donde realizaron 137 injertos en bloque para la posterior colocación de implantes, encontrando los siguientes datos:

- La pérdida parcial y total del injerto en bloque ocurrió en 10 (7%) y 11 (8%) de los 137 lugares, en donde se realizaron aumentos respectivamente.
- De los 271 implantes fracasaron 12 (4,4%).
- Se expuso la membrana en 42 de los 137 casos (30,7%).
- La dehiscencia de las heridas sucedió en 41 casos (41%).
- Se produjeron perforaciones de la mucosa que cubría el injerto en 19 casos (14%).
- Se infectó la zona receptora en 18 de los 137 casos (13%).

Asimismo, la toma del injerto representa otro gran inconveniente de esta técnica, ya que son necesarias una zona donante y otra receptora, lo que implica trabajar con dos campos quirúrgicos. El mismo autor, describe que en las zonas donantes es común encontrar dolor post-operatorio, edema, infecciones, hematomas o deficiencias neurosensoriales, aunque éstas pueden aparecer igualmente en la zona receptora.

Diferentes autores señalan un acusado índice de reabsorción en este tipo de injertos durante el primer año tras la reconstrucción ósea, sobre todo cuando son de origen autólogo. Sin embargo, la mayoría de los estudios concluyen que a pesar de tratarse de un procedimiento delicado y sensible a la técnica del operador, tanto el

volumen óseo ganado y la tasa de supervivencia de los implantes son adecuados y por lo tanto esta técnica proporciona unos resultados óptimos (129-131).

No obstante, aunque representa un posible recurso, por las razones enumeradas y de acuerdo con el estudio de Wiltfang y cols. (132) en donde comparan las elevaciones de seno con los injertos onlay; se trata de un procedimiento con unas indicaciones limitadas, cuando se trata de resolver la atrofia del sector posterior del maxilar.

### III. 3. 2. b. Regeneración ósea guiada

La regeneración ósea guiada (ROG) es otra alternativa a tener en cuenta para realizar aumentos de volumen óseo. Esta técnica se basa en el uso de membranas que actúan a modo de barrera, para evitar que las células epiteliales y conjuntivas invadan las zonas que van a ser regeneradas mediante diferentes tipos de biomateriales.

Múltiples autores han realizado estudios y revisiones sistemáticas (62,104,133-135) estableciendo que la ROG es un procedimiento fiable para la colocación de implantes. Esta técnica permite aumentar crestas reabsorbidas tanto en sentido vertical como horizontal, con el fin de utilizar implantes de mayor longitud y diámetro, permitiendo así su inserción en las zonas anatómicas ideales para posteriormente lograr unas restauraciones adecuadas (136). Autores como Simion y cols., Tinti y cols., Urban y cols. o Jovanovic y cols. (104,135,137,138) han obtenido en sus estudios, una ganancia ósea vertical variable entre 2,5 y 7 mm, colocando los implantes en algunos casos de forma inmediata y en otras, diferida.

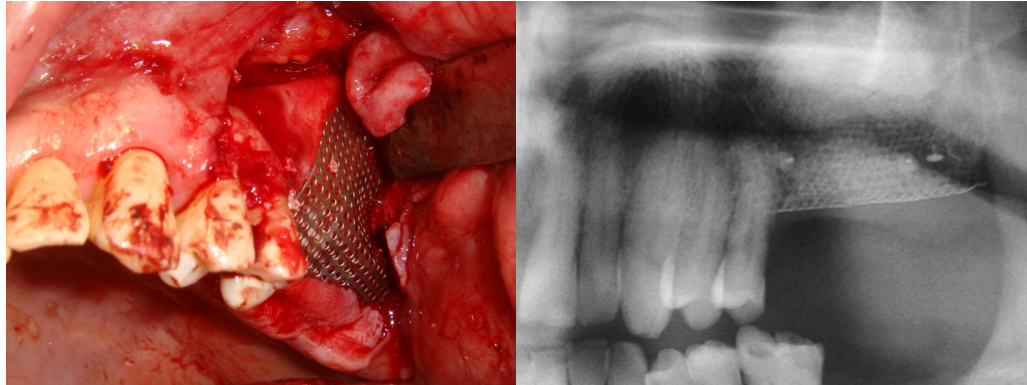
Sin embargo, el principal inconveniente de esta técnica y por el que se han reportado el mayor número de fracasos, ha sido debido a la exposición de las membranas, lo que conlleva ocasionalmente al desarrollo de infecciones y la pérdida parcial o total del tejido regenerado (11). Chiapasco y cols. (139) mencionan como otra desventaja, la obtención de una ganancia ósea limitada y por lo tanto, sólo recomiendan la utilización de esta técnica en lugares en donde no se requiere aumentar el reborde alveolar en sentido vertical más de 7 mm. Asimismo, hay que comentar el tiempo de espera necesario para la consolidación del injerto. Éste será mayor cuanto más tejido sea preciso reconstruir, ya que en casos de reabsorciones severas, no es posible la



colocación de los implantes en el momento de la regeneración y por tanto será necesario esperar posteriormente a la osteointegración de éstos.

Adicionalmente hay que tener en consideración, que la mayoría de artículos que estudian la regeneración ósea vertical, se centran en las regiones posteriores mandibulares y en la zona anterior del maxilar, siendo infrecuente encontrar casos en donde realicen esta técnica a nivel del sector posterior del maxilar. Aunque es cierto que en algunos casos de reabsorciones severas, con una distancia con respecto a la mandíbula aumentada, se puede efectuar una ROG; la mayoría de las veces se utiliza de forma combinada con la elevación sinusal (134,137,140) (Figuras 6 y 7). Por esta razón, es complicado evaluar los resultados de la ROG en la región posterior del maxilar de forma aislada.

De esta forma la ROG tampoco representa uno de los procedimientos de primera elección, a la hora de resolver la reabsorción vertical a nivel del sector posterior del maxilar.



Figuras 6 y 7. Aumento vertical en altura combinando ROG y elevación sinusal.

#### III. 3. 2. c. Distracción alveolar osteogénica

Por último, dentro de este apartado cabe mencionar la distracción alveolar osteogénica. Esta técnica persigue a través de un proceso biológico, la creación de tejido óseo siguiendo los mecanismos naturales de curación del mismo (14). Esta neoformación de hueso se produce debido a la tensión gradual, aplicada con la ayuda de

un dispositivo llamado distractor, sobre dos fragmentos óseos separados quirúrgicamente (141,142).

Al igual que los injertos en bloque, su principal indicación en el sector posterior del maxilar se presenta, cuando la atrofia del reborde alveolar es severa en sentido vertical y la distancia con respecto a la mandíbula se encuentra aumentada.

Diversos autores comentan las ventajas de esta alternativa quirúrgica, estableciendo que proporciona una resultados óptimos, en cuanto a que produce un aumento del tejido óseo a la vez que el de los tejidos blandos, sin necesidad de recolectar hueso de otras localizaciones. Esto conlleva una reducción de la morbilidad así como una disminución del tiempo quirúrgico y del periodo de espera, para la posterior colocación de los implantes (14,62,143).

A pesar de las ventajas que presenta, se trata de una técnica que requiere cierta habilidad por parte del clínico y en donde es frecuente la aparición de diversas complicaciones que pueden ocurrir de forma peri o postoperatoria. Autores como Chiapasco y cols., Benchemam y cols., Saulacic y cols. o Wolvius y cols. (62,143-145) comentan que dentro de las principales complicaciones, hay que destacar la presencia de cambios de dirección en el vector de crecimiento óseo, regresiones de la distancia de distracción, consolidaciones prematuras del bloque a movilizar, fracturas del hueso basal remanente, infecciones o problemas relacionados con el dispositivo, todas ellas resultando en una ganancia ósea insuficiente.

De esta manera, aunque esta técnica está indicada en ciertos casos, y de acuerdo con Chiapasco y cols. (62) que la recomiendan para defectos mandibulares, la distracción alveolar osteogénica no representa un procedimiento de primera elección en los casos de reabsorción del área posterior del maxilar.

### III. 3. 3. Inserción de implantes en otras localizaciones

Otra opción a la hora de rehabilitar la zona del maxilar posterior atrófico, es la colocación de implantes pterigoideos, cigomáticos o en la tuberosidad del maxilar.

Con el anclaje de los implantes en hueso compacto, las fijaciones cigomáticas o pterigoideas representan una buena alternativa, a la colocación de injertos óseos en las

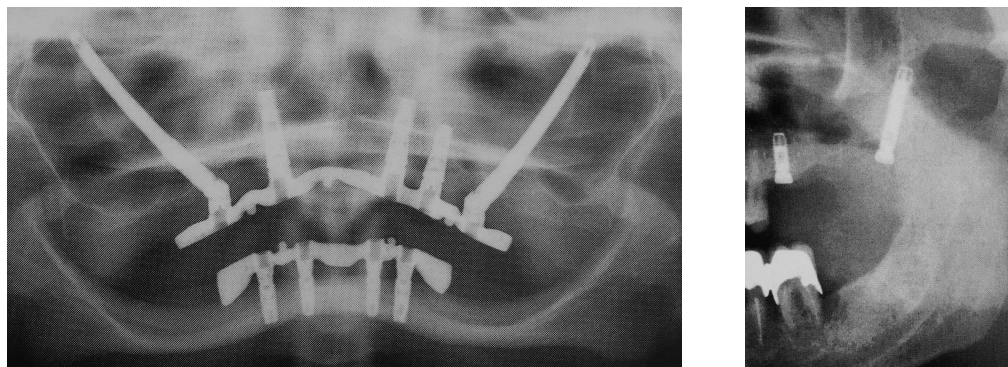
grandes reabsorciones maxilares. La colocación de este tipo de implantes, permite aumentar la superficie de contacto implante/hueso, su estabilidad primaria así como la distancia entre éstas, eliminando los cantilevers (14,83) (Figuras 8 y 9).

Sin embargo, la inserción de ambos implantes, al ser de mayor longitud, representa un procedimiento de elevada complejidad que exige un perfecto conocimiento de la zona. Además, requiere una técnica y habilidades importantes por parte del operador, siendo necesario recordar una serie de riesgos quirúrgicos de gran compromiso que pueden acontecer durante su colocación, como la lesión del plexo venoso pterigoideo o del suelo de la órbita (146-148).

Al ser implantes con una acentuada angulación, es necesario conectarlos con fijaciones localizadas en zonas anteriores que posean carga axial. De esta forma y aunque se trate de una técnica con unas tasas de éxito adecuadas, en múltiples ocasiones su espectro de indicaciones se limita a pacientes totalmente edéntulos, especialmente en los implantes cigomáticos (62,65,149).

En cuanto a la tuberosidad del maxilar, en ciertas situaciones, cuando se dispone de un gran volumen óseo en esta zona, la inserción de los implantes en ésta, puede ser también una técnica alternativa, que, en algunos casos concretos, puede resultar de utilidad para evitar cantilevers de gran extensión (66,150).

Una última alternativa, sería la colocación de implantes inclinados con el fin de evitar el seno maxilar. Estos implantes angulados pueden ser utilizados siempre y cuando las condiciones anatómicas lo permitan y la rehabilitación prostodóncica sea viable (115,151,152).



Figuras 8 y 9. Implantes cigomáticos (65) y pterigoideos (14).

### III. 4. Historia y evolución de la elevación de seno maxilar

Durante años, en la mayoría de los procedimientos quirúrgicos efectuados en la cavidad bucal, la región del seno maxilar ha sido evitada por un gran número de clínicos. Sin embargo, a partir de los años 70 se comenzó a discutir, sobre la posibilidad de emplear la cavidad sinusal como futuro emplazamiento de implantes osteointegrados.

A partir de ese momento y con motivo del gran número de pacientes con rebordes alveolares desdentados inadecuados en altura y anchura para la colocación de implantes, han sido incesantes las investigaciones y el desarrollo de nuevas técnicas, para posibilitar la colocación de fijaciones en esta zona.

Con el paso del tiempo se han perfeccionado y se han concebido nuevas variantes para acceder al seno maxilar y elevar la membrana de Schneider. Asimismo se han mejorado las características de los implantes y los diversos tipos de biomateriales de injerto utilizados. Gracias a estos avances, hoy en día la elevación de seno maxilar, es uno de los procedimientos que con mayor frecuencia se utiliza para la rehabilitación fija implantosoportada de maxilares posteriores atróficos.

Fue en los años 60 cuando Philip Boyne (39,40), realizó por primera vez la inserción de un injerto óseo en el seno maxilar para incrementar el área de soporte de prótesis removibles, pero no fue hasta 1977 cuando Tatum presentó y describió detalladamente esta técnica (153).

Posteriormente, de nuevos ambos autores, publicaron los primeros artículos sobre elevaciones de seno maxilar tanto de abordaje lateral como crestal, en donde introducían hueso autógeno procedente de la cresta ilíaca en el antro, con el objetivo de colocar implantes (106,108).

Hasta la actualidad y con alguna modificación, una de las técnicas descritas por Tatum, también conocida como elevación de seno con ventana lateral o elevación traumática, ha sido el método clásico para la realización de injertos sinusales. Por ello, esta técnica es por excelencia la mejor documentada, ya que en los últimos tiempos ha sido la que se empleado con mayor frecuencia por la mayoría de los clínicos (154).

Este procedimiento consiste en la preparación de una ventana en la pared anterolateral del seno, para permitir la entrada y el relleno de la cavidad antral. Por lo

tanto, una vez delimitada la ventana ósea, ésta se fractura introduciéndose hacia dentro del antro, actuando así como nuevo suelo del seno maxilar. Durante este procedimiento hay que procurar no perforar la membrana de Schneider, que se debe ir despegando cuidadosamente mediante unas espátulas especialmente diseñadas para este propósito (Figura 10). Una vez completado el despegamiento, se introduce el material de relleno dentro del seno maxilar, simultaneando o no, según la situación clínica, la colocación de las fijaciones.

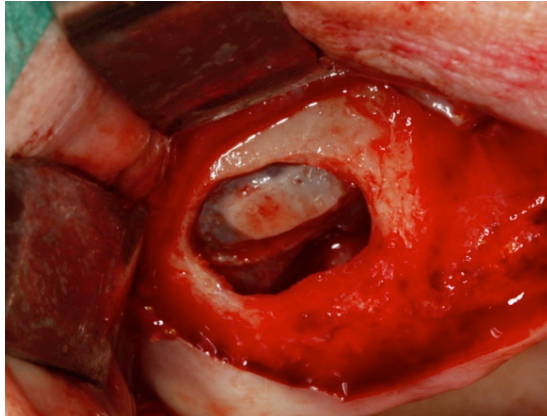
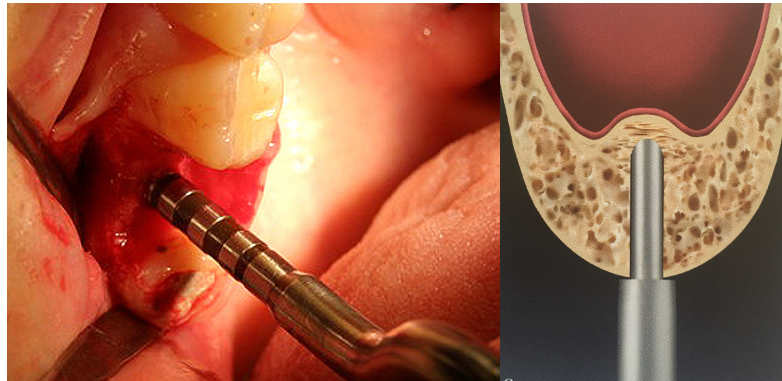


Figura 10. Ventana ósea para la elevación del seno maxilar.

Además del aumento vertical del suelo antral con acceso lateral, Tatum describió otra técnica de elevación sinusal transcrestal, en donde la preparación del hueso alveolar y la posterior fractura del suelo del seno se realizaban mediante diversos instrumentos llamados “socket formers” (106). En 1994 Summers (155-158) perfeccionó esta técnica más conservadora, utilizando unos instrumentos llamados osteótomos; planteando una elevación del suelo del seno gracias a la expansión de la cresta en sentido vestibulo-palatino y a una condensación ósea en sentido craneal.

En la técnica original, también llamada elevación atraumática o de acceso crestal, se evitaba el uso de fresas, con el fin de conservar al máximo el hueso alveolar. En estos casos, la preparación del lecho del implante se efectúa por vía crestal, mediante el uso osteótomos de forma cilíndrico-cónica con diámetro progresivo, accionados con la ayuda de un martillo. De esta forma, además de lograr una compactación de la paredes laterales del reborde alveolar, se consigue la elevación de la cortical del suelo del seno junto con la membrana de Schneider y por tanto se aumenta la densidad ósea

en la zona, consiguiendo una mejor estabilidad primaria del implante que se va a colocar (Figuras 11 y 12).



Figuras 11 y 12. Elevación sinusal con osteótomos (159).

Posteriormente Summers (157,160) consideró oportuno, en pacientes con hueso de mayor densidad, la utilización de fresas para realizar la instrumentación propia de la secuencia de implantes y así preparar el futuro lecho de la fijación. En este procedimiento, el fresado se debe realizar teniendo la precaución de respetar el último milímetro de hueso inferior al suelo sinusal, que se fractura a continuación por medio de un osteótomo. Dependiendo del tipo y de la cantidad de hueso, la membrana de Schneider se eleva progresivamente por la presión del hueso alveolar condensado, mediante los osteótomos o en caso de añadir un biomaterial, por su compresión con estos mismos instrumentos (Figura 13).

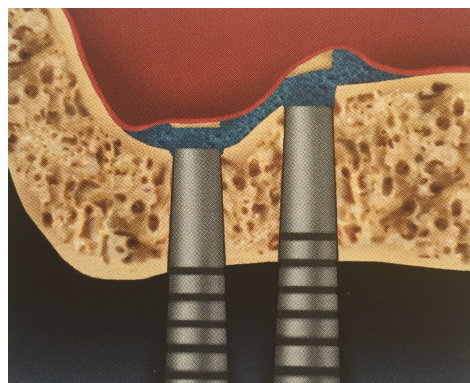


Figura 13. Elevación sinusal con osteótomos añadiendo un biomaterial (159).

Durante años, la técnica de elevación de seno traumática se ha utilizado para resolver situaciones de reabsorciones óseas avanzadas que requerían una gran cantidad

de injerto para recuperar el volumen óseo perdido. Por el contrario, la elevación de seno atraumática se ha reservado para aumentos en altura más reducidos. La mayoría de los autores coinciden que para la realización de esta técnica, el reborde alveolar debe contar con un mínimo de altura residual ya que la ganancia ósea se limita a 3-4 mm como máximo. Misch (12) planteó una toma de decisiones con respecto al tratamiento del maxilar posterior atrófico, en función de la cantidad de hueso disponible en altura y en anchura (Tabla 1):

<b>Altura &gt;12 mm</b>	Colocación de las fijaciones más anchas y largas posibles
<b>Altura entre 10-12 mm</b>	Elevación de seno atraumática y colocación inmediata de implantes
<b>Altura entre 5-10 mm</b>	Elevación de seno traumática y colocación diferida de los implantes a los 2-4 meses
<b>Altura &lt; 5 mm</b>	Elevación de seno traumática y colocación diferida de los implantes a los 6-10 meses

Tabla 1. Clasificación del tipo de elevación de seno maxilar en base a la cresta ósea remanente según Misch (12).

De la misma forma Donado y Martínez (71) propusieron otra clasificación en base a la cresta ósea remanente, estableciendo lo siguiente (Tabla 2):

<b>Altura ósea entre 10 y 12 mm</b>	Colocación de las fijaciones más largas y anchas posibles
<b>Altura ósea entre 8-10 mm (para implantes de 12 mm):</b>	Elevación sinusal atraumática (aumentando aproximadamente entre 2 y 4 mm en altura) y colocación de implantes en la misma fase
<b>Altura ósea entre 5-8 mm</b>	Elevación de seno traumática y colocación de implantes en la misma fase
<b>Altura ósea menor de 5 mm</b>	Elevación de seno traumática y colocación diferida de implantes
Cuando exclusivamente la zona más apical del implante va a invadir el seno, con el mismo implante se procede a la perforación del suelo óseo	

Tabla 2. Clasificación del tipo de elevación de seno maxilar en base a la cresta ósea remanente según Donado y Martínez (71).

Otro índice similar es el sugerido por Jensen (15) (Tabla 3):

<b>Clase A</b>	10 mm de altura ósea residual presente	No es necesario realizar elevación de seno.
<b>Clase B</b>	7-9 mm de altura ósea residual presente	Se recomienda técnica atraumática con la colocación de implantes de forma inmediata.
<b>Clase C</b>	4-6 mm de altura ósea residual presente	Se recomienda técnica traumática con la colocación de implantes de forma inmediata.
<b>Clase D</b>	1-3 mm de altura ósea residual presente	Se recomienda técnica traumática con la colocación de implantes de forma diferida
<b>Clase E</b>	Suelo ausente	-

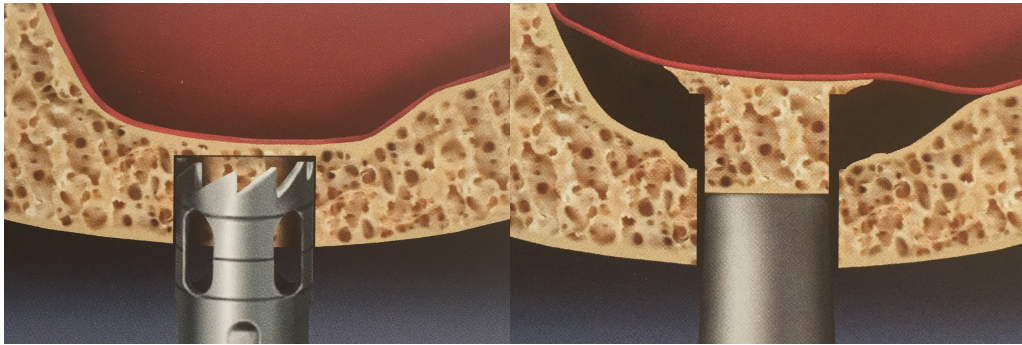
Tabla 1. Clasificación del tipo de elevación de seno maxilar en base a la cresta ósea remanente según Jensen (15).



Son numerosos los autores que han ido introduciendo pequeñas variaciones en ambas técnicas. Se han descrito diferentes formas de abordar el seno maxilar diseñando nuevos colgajos, diversas maneras de instrumentar el hueso alveolar, fracturando de forma controlada el suelo sinusal y con la colocación o no de distintos tipos de injertos óseos (161-165). Por otra parte, debido a la mejora en el diseño, superficies y biomateriales usados en implantología, estas clasificaciones se han ido dejando atrás y hoy en día hay múltiples estudios que muestran buenos resultados colocando implantes de forma inmediata o realizando técnicas de acceso crestal en casos de rebordes alveolares con alturas inferiores a 5 mm (166).

Asimismo, a lo largo de los años la implantología ha ido evolucionando hacia procedimientos quirúrgicos cada vez menos invasivos. Por ello principalmente las elevaciones de seno transcrestales han ido desarrollándose, habiendo hoy en día publicadas numerosas variantes de esta técnica, permitiendo adaptarlas a la práctica de cada cirujano. En general con todas las descritas, se han logrado resultados comparables al método original.

En 1995, Summers (158) desarrolló otra técnica transcrestal en dos fases denominada “future site development”, para casos de rebordes alveolares menores de 5 mm. Para efectuar este procedimiento, con el uso de una trefina, se fresa la cresta ósea respetando el último milímetro por debajo del suelo del seno. A continuación, con la ayuda de un osteótomo se fractura el suelo y se empuja ese “cilindro” de hueso al interior del antro, rellenando finalmente el defecto creado sobre el reborde alveolar con un material de injerto (Figuras 14 y 15). Posteriormente otros autores como Trombelli y cols., Fugazzotto y cols., Toffler y cols. o Kolerman y cols. (34,167-170) han presentado estudios similares, realizando esta técnica incluso en alveolos post-extracción, impulsando hacia el interior del seno el tabique interradicular, obteniendo unos resultados adecuados.



Figuras 14 y 15. Elevación de seno mediante trefina y osteótomo (159).

Engelke y cols. (171) presentan en 1997 otra variante de este procedimiento, efectuando elevaciones transcrestales con osteótomos guiadas por endoscopia. De esta forma introducen los implantes y los injertos óseos controlando, gracias al endoscopio, la integridad de la membrana sinusal. Más tarde, otros autores como Nkenke y cols. (172) o Schleier y cols. (121) han utilizado este método con el mismo fin, sin embargo el uso de un endoscopio además de requerir equipación adicional, es únicamente una herramienta que permite una mejor visualización, ya que no evita las perforaciones de la membrana (Figura 16).

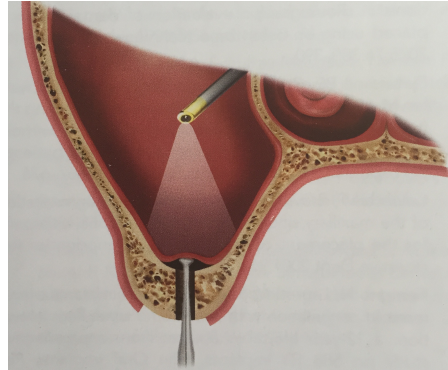


Figura 16. Elevación de seno crestal guiada por endoscopio (159).

La cirugía piezoeléctrica representa otra alternativa a la hora de realizar elevaciones de seno maxilar. En 1998, Torrella y cols. (173) publicaron el primer artículo en donde el acceso al seno se efectuaba confeccionando una ventana en la pared lateral del antro, mediante puntas de ultrasonidos convencionales. Con la ayuda de estos instrumentos se realizaba una ostectomía ultrasónica que presentaba como ventajas, al compararla con la técnica convencional rotatoria, una línea de osteotomía más conservadora, una mejor visualización del campo quirúrgico y lo más importante, un mínimo riesgo de lesión de los tejidos blandos. En relación a este último asunto, resulta

interesante que las puntas de ultrasonido permiten cortar el hueso mineralizado pero se tornan inactivas, cuando entran en contacto con los tejidos blandos, siendo de esta forma respetuosas con la membrana de Schneider y por tanto evitando el riesgo de perforarla.

Más adelante se desarrollaron dispositivos de cirugía piezoeléctrica más sofisticados y con diferentes diseños de puntas activas específicos para cada tipo de situación. En 2001, Vercellotti y cols. (174) presentaron la cirugía piezoeléctrica como alternativa, no sólo para efectuar la ostectomía en la pared lateral del seno, sino también para facilitar el despegamiento de la membrana de Schneider y evitar su perforación. Los sistemas piezoeléctricos han sido muy utilizados en estos últimos años por su múltiples ventajas; si bien es cierto que el principal inconveniente descrito por algunos autores es la baja tasa de corte del dispositivo si se compara con técnicas convencionales, lo que se traduce en un aumento del tiempo quirúrgico (175-179).

Debido a las considerables ventajas de esta técnica, en 2010 Troedhan y cols. (180) desarrollaron el sistema IntraLift<sup>®</sup> (Acteon Satelec, Francia). Se trata de un procedimiento que se basa en la tecnología piezoeléctrica y que gracias a una serie de puntas ultrasónicas, permite elevar el suelo del seno maxilar y la membrana de Schneider por cavitación hidrodinámica a través de la cresta. De esta forma, una vez perforada la cortical del suelo del seno, con la combinación del piezotomo y el efecto de microcavitación hidrodinámica, se produce una distribución simétrica del suero salino que provoca un despegamiento de la membrana de Schneider de la superficie ósea (Figura 17).

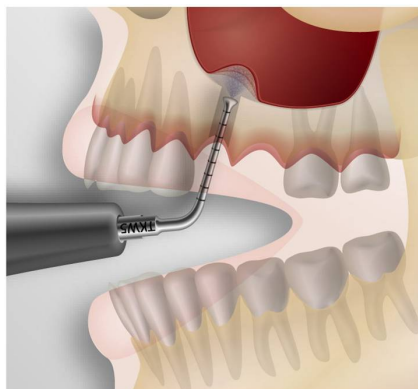


Figura 17. Elevación de seno crestal con IntraLift (181).

Asimismo Kim y cols., Sohn y cols. y Bensaha y cols. (37,182-184) publicaron métodos parecidos que utilizan el sistema piezoeléctrico para acceder al seno a través de la cresta y posteriormente elevan la membrana con presión hidráulica con la ayuda de diferentes dispositivos. Por lo tanto, estos sistemas combinan las ventajas derivadas del instrumental ultrasónico, junto con que se trata de técnicas atraumáticas de abordaje crestal y por lo tanto mínimamente invasivas (185,186).

Por otra parte, se han desarrollado numerosos equipos de fresas para acceder al seno maxilar, con la particularidad de que gracias a su diseño pueden entrar en contacto con la membrana sinusal sin dañarla.

En el año 2000, Cosci y cols. (187) presentaron un nuevo método de elevación de seno transcrestal que consistía en el uso de una serie de fresas atraumáticas de diferentes longitudes. El ápice de estas fresas es abrasivo y permite desgastar el tejido óseo, pero debido a su forma, evita la perforación de la membrana de Schneider. A continuación gracias a un instrumento específico, se introduce el biomaterial de relleno elevando progresivamente la membrana sinusal. Por consiguiente, este sistema posibilita la erosión de la cortical del suelo del seno sin necesidad de tener que fracturarla con otro instrumento. Cosci y cols. establecen que se trata de una alternativa que proporciona unos resultados adecuados y es más cómoda para el paciente ya que se evitan los “golpes de martillo” necesarios para activar los osteótomos (166,188-190).

Posteriormente se han publicado otros métodos para acceder al seno a través de la cresta mediante instrumentos rotatorios. Autores como Yamada y cols., Kitamura, Sisti y cols. o T.P y cols. (191-194) utilizan sistemas diferentes pero con el mismo funcionamiento a base de kits de fresado respetuosos con la membrana de Schneider, alcanzando unos resultados adecuados.

Asimismo se han desarrollado otras técnicas similares para facilitar el acceso al seno a través de su pared lateral mediante el uso de trefinas y fresas atraumáticas que no perforan la membrana (195). Kazancioglu y cols. y Farré-Pagés y cols. (196,197) utilizan sets como el SLA KIT (SLA KIT –Yield® Neobiotech) que consta de unas fresas que debido a su diseño curvo, desgastan la cortical externa de la pared lateral del seno, dejando una delgada película ósea entre la fresa y la membrana evitando su desgarró (Figura 18). De esta forma, los autores concluyen que gracias al uso de estos

métodos, la elevación de seno resulta una técnica más sencilla, rápida y segura si se compara con el método tradicional.

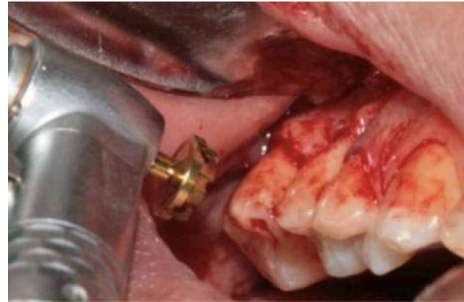


Figura 18. Elevación de seno con el sistema SLA KIT (197).

Existen además otros procedimientos de elevación sinusal que utilizan sistemas a base de presión hidráulica. Realmente se trata de técnicas en donde el acceso al seno se realiza mediante fresas, trefinas u otros instrumentos y es la membrana de Schneider la que se eleva mediante presión hidráulica.

Chen y Cha (198) publican en 2005 un estudio en donde el acceso al seno se efectúa perforando la cortical del suelo del seno con una fresa de diamante, despegando al mismo tiempo la membrana sinusal mediante el spray de aire y agua expulsado por la propia pieza de mano. Los autores señalan que la principal ventaja de elevar la membrana con presión hidráulica, es que ningún instrumento entra en contacto con ésta y por ello el riesgo de perforación es menor. Asimismo establecen que se trata de una técnica que requiere cierta curva de aprendizaje pero que representa una alternativa viable a la elevación transcrestal con osteótomos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la fresa que se utiliza para atravesar el suelo del seno no es atraumática y por lo tanto hay que extremar las precauciones durante el fresado, para no perforar la membrana sinusal.

Más adelante otros autores como Sotirakis y cols., Pommer y Watzek, Kim y cols., Jesch y cols. o Better y cols. (199-203) han utilizado dispositivos similares en donde la entrada al seno se realiza igualmente a través de la cresta, mediante osteótomos o con la utilización de fresas atraumáticas respetuosas con la membrana sinusal. Una vez expuesta la membrana de Schneider, la presión hidráulica para elevarla, es ejercida por la inyección de una solución salina, un antibiótico, un contraste o incluso un gel en el interior del antro. Este último resulta más útil ya que permite comprobar la integridad

de la membrana del seno mediante evaluación radiográfica. El fluido en cuestión se introduce en el seno a través de una jeringa o de un instrumento especialmente diseñado para este fin que se fija sobre la perforación realizada sobre el reborde alveolar. De esta forma, la principal ventaja de elevar la membrana sinusal mediante presión hidráulica es que el riesgo de perforación de la membrana es menor, debido a que no es necesario el uso de instrumentos que puedan dañarla al entrar en contacto con ésta (Figura 19).

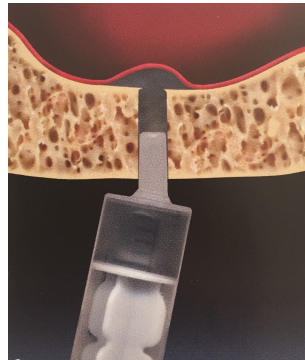


Figura 19. Elevación de seno mediante presión hidráulica (159).

Otra forma de elevar el seno maxilar es mediante la aplicación de presión negativa en el interior del antro. Sugimoto y cols. (204) efectúan una ventana en la pared anterolateral del seno maxilar como en la técnica original de Tatum y realizan una perforación extra en la parte superior para situar un aspirador y así facilitar el despegamiento y la elevación de la membrana sinusal (Figura 20).

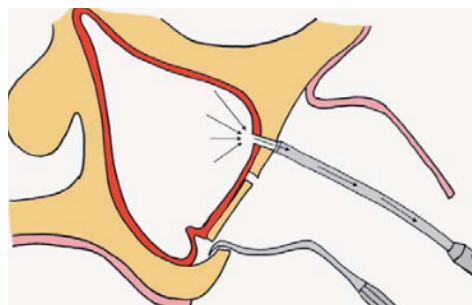


Figura 20. Elevación de seno mediante presión negativa (204).

Asimismo otros autores como Stassen y Mohan o Ucer (205-207) emplean la presión negativa para asistir la elevación sinusal pero en este caso, lo hacen por vía nasal, posicionando un aspirador en el ostium maxilar. De la misma forma que las elevaciones de seno guiadas por endoscopia, esta técnica requiere equipación adicional para poder introducir el aspirador hasta el ostium que se encuentra localizado en el

meato medio. Aunque estos autores obtienen resultados adecuados con el uso de la presión negativa, esta técnica no ha contado con demasiados seguidores, ya que son escasos los artículos que apoyan su uso.

Con respecto a la elevación de seno maxilar asistida por globo, en el año 2003 Muronoi y cols. (208) fueron los primeros autores que utilizaron este mecanismo para facilitar el despegamiento de la membrana de Schneider y reducir así su riesgo de perforación. En 2005, Soltan y Smiler (209) presentaron una técnica similar denominada AMBE (Antral Membrane Balloon Elevation), en donde al igual que Muronoi y cols. (208), accedían al seno realizando una ostectomía convencional en su pared anterolateral, empleando posteriormente un globo para despegar y elevar la membrana antral.

Es en el año 2006 cuando Kfir y cols. (51), publicaron el primer artículo de elevación de seno maxilar mediante la ayuda de un catéter-globo con acceso a través de la cresta. Estos autores utilizan un dispositivo llamado MIAMBE, (minimally invasive antral membrane elevation) no obstante otros autores practican esta misma técnica utilizando dispositivos similares (57-61) (Figura 21).

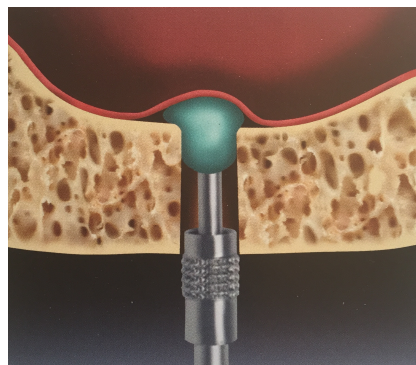


Figura 21. Elevación de seno asistida por globo (159).

De la misma forma que los sistemas a base de presión hidráulica, en esta técnica el acceso al seno maxilar se efectúa mediante una serie de fresas y osteótomos y una vez expuesta la membrana sinusal, es cuando se usa el globo para facilitar su despegamiento. Los diferentes autores que han empleado este método establecen que este sistema además de contar con la ventaja de ser más delicado a la hora de despegar la membrana de Schneider y así evitar su perforación, permite disminuir el tiempo

quirúrgico y elimina la elevación de un amplio colgajo mucoperióstico y por lo tanto aumenta la comodidad del paciente.

Es notable como los modernos sistemas que van saliendo a la luz, tienden a ser lo más conservadores posibles tanto con los tejidos duros como con la membrana sinusal. De esta forma, permiten al clínico un acceso controlado y cuidadoso al seno maxilar, logrando así optimizar los resultados de un procedimiento ciertamente delicado.

Por consiguiente, está claro que el desafío actual a la hora de realizar esta técnica, consiste en lograr que se trate de un procedimiento mínimamente invasivo, que proporcione una óptima cantidad y calidad ósea y que permita acortar tanto el tiempo de la cirugía, como el tiempo total de tratamiento.



### III. 5. Materiales de injerto

El objetivo principal de la elevación de seno maxilar, es alcanzar una cantidad y calidad ósea adecuada para permitir la colocación y la osteointegración de implantes de dimensiones adecuadas (210). Por ello, un aspecto importante a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo este procedimiento, es el tipo de injerto que se va a emplear. Entre otros atributos, el material de relleno ideal debe ser biocompatible, osteoconductor, osteoinductivo, osteogénico y tiene que proporcionar una estabilidad dimensional. Sin embargo, todas estas propiedades no se encuentran siempre presentes en los injertos que disponemos actualmente.

Los materiales de relleno se pueden dividir de la siguiente forma, considerando su origen y sus propiedades (14,71):

#### III. 5. a. Autoinjerto

Este tipo de injerto se realiza, trasplantando tejido óseo de una zona a otra del mismo individuo. Los injertos autólogos son los únicos que presentan propiedades osteogénicas, osteoinductoras y osteoconductoras. Las zonas donantes intraorales son principalmente la tuberosidad, el trigono retromolar, la rama mandibular y el mentón. Si se utilizan injertos extraorales se suelen tomar de la cresta ilíaca, tibia, costillas y de calota. Asimismo estos injertos pueden ser corticales, esponjosos o una combinación de ambos y se pueden utilizar en bloque o particulados.

#### III. 5. b. Aloinjerto

En este caso, el injerto se realiza implantando tejido óseo de un individuo en otro de la misma especie. Esos injertos son extraídos de cadáveres y son procesados de diferentes formas para reducir su antigenicidad, lo que hace que tengan únicamente características osteoinductivas y osteoconductoras. Dentro de este grupo cabe destacar el hueso liofilizado (FDBA) y el hueso desmineralizado liofilizado (DFDBA)

#### III. 5. c. Xenoinjerto

Los xenoinjertos se efectúan implantando hueso entre individuos de distinta especie, siendo su única función la de actuar como una matriz, para que se forme tejido óseo nuevo. De esta forma, el hueso heterólogo, sólo posee propiedades

osteoconductoras. Su procedencia puede ser animal o vegetal, siendo los más utilizados los de origen bovino, equino o coralino.

#### III. 5. d. Aloplástico

Se trata de materiales sintéticos o inorgánicos que al igual que los xenoinjertos, sólo actúan a modo de plataforma para permitir la neoformación ósea. Los más empleados son el fosfato tricálcico, la hidroxiapatita, el sulfato cálcico, el carbonato cálcico y los cristales bio-activos.

Clásicamente el hueso autólogo se ha considerado el “gold standard” de los materiales de injerto, debido a sus múltiples y beneficiosas propiedades. Sin embargo, presenta una serie de inconvenientes que hay que tener en consideración; se requieren dos campos quirúrgicos, una zona donante y otra receptora, lo que implica una mayor morbilidad. Además, es necesario contemplar la posibilidad de que aparezcan complicaciones infecciosas, sensoriales, hemorrágicas, estéticas o funcionales en cualquiera de las dos regiones (62,211,212). Asimismo, hay múltiples artículos que demuestran su alta tasa de reabsorción, comparándolo con otros materiales y recuerdan la cantidad limitada de injerto que se puede recolectar, ya que su disponibilidad está restringida a las características anatómicas de cada individuo. A pesar de todos estos inconvenientes, las tasas de éxito alcanzadas con el hueso autólogo son adecuadas (129,149,211,213).

A lo largo de los años, se han venido utilizando otro tipo de injertos que aún sin tener las propiedades del hueso autólogo, han proporcionado resultados adecuados mostrándose igual de efectivos. Incluso existen autores que proponen no introducir ningún material de relleno en el interior del antro (13,140,152,211,214).

En la actualidad, las revisiones sistemáticas que estudian los biomateriales de relleno para las elevaciones de seno maxilar establecen que, ninguno de los injertos presenta ventajas con respecto a los otros, en lo que se refiere a éxito del procedimiento, ganancia ósea y supervivencia de los implantes (13,149).

Jensen y cols. (131) compararon la formación de hueso en defectos óseos rellenados con tres tipos diferentes de injertos. Tanto con el hueso autólogo como con el fosfato tricálcico y con el hueso bovino inorgánico, observaron una adecuada neoformación ósea sin diferencias significativas entre los tres injertos.

De Castilho y cols. (215) contrastaron el comportamiento clínico e histológico del hueso autólogo con el homólogo, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la pérdida de volumen óseo, a la proporción activa de osteoblastos, a la cantidad de partículas de injerto remanentes y a la osteointegración de los implantes.

Trombelli y cols. realizaron (216) elevaciones de seno mínimamente invasivas, en donde en algunos casos introdujeron hueso bovino desproteínizado y en otros, fosfato tricálcico sin observar disparidad entre ambos injertos. De la misma forma, Bettach y cols. (217) establecieron que el fosfato tricálcico es un sustituto óseo válido para emplearlo en injertos sinusales. Asimismo, se han obtenido unos resultados adecuados con el uso de hidroxiapatita para elevaciones de seno maxilar (218,219).

Algunos autores promueven el uso combinado de diferentes tipos de injertos óseos, con el fin de reunir sus ventajas. Es sabido que la maduración de los injertos se produce de forma más rápida, cuando se trata de hueso autólogo; sin embargo, no hay que olvidar su alta velocidad de reabsorción. Por el contrario, los xenoinjertos se reabsorben lenta e incompletamente, reemplazándose por hueso neoformado vital, pero dejando un volumen residual de biomaterial, lo que permite mantener una estabilidad dimensional durante un tiempo más prolongado (129,220). De esta forma, se ha contemplado que resultaría efectiva la combinación de injertos autólogos con xenoinjertos, ya que se produce por un lado, un incremento en la formación del hueso a la vez que disminuye el tiempo de maduración ósea, por otro (105).

En un gran número de estudios combinan el uso de diferentes tipos de materiales de relleno. Browaeys y cols. (129) establecen tras una revisión bibliográfica, que la mezcla de hueso autólogo más hueso inorgánico bovino o la mezcla de hueso autólogo más hidroxiapatita, mejora la formación ósea en elevaciones sinusales. Asimismo, concluyen que la tasa de osteointegración de los implantes, es independiente del tipo de injerto utilizado.

Peleg y cols. (221) mezclan hueso autólogo y un xenoinjerto de origen bovino y Galindo-Moreno y cols. (222) elaboran una mezcla de hueso autólogo, xenoinjerto y plasma rico en plaquetas obteniendo unos resultados óptimos.

De la misma forma Tong y cols. (223) y Hallman y cols. (224) comparan diferentes injertos empleándolos de forma única o combinados entre ellos. Contrastaron diferentes grupos formados por hueso autólogo únicamente, DFDB más hidroxiapatita, hidroxiapatita sola, hidroxiapatita más hueso autólogo, xenoinjerto solo y xenoinjerto más autoinjerto. Los resultados fueron adecuados con todos los tipos de materiales y no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

Múltiples autores han establecido que las proteínas morfogenéticas (BMPSs) y el plasma rico en factores de crecimiento (PRFG), puede favorecer y estimular y la formación ósea (225,226). Sin embargo Villarreal y cols. (105) concluyen en la conferencia nacional de consenso sobre el injerto óseo del seno maxilar que no existe evidencia científica suficiente, que certifique que el PRFG mejora la regeneración en elevaciones sinusales. Aunque no lo recomiendan para estimular la formación de tejidos duros, sí que advierten que puede resultar útil para la aplicación y el manejo de los injertos ya que mejora la adherencia entre sus partículas.

Tras observar los buenos resultados alcanzados con los diferentes tipos de biomateriales de relleno, parece lógico emplear injertos alogénicos, heterólogos o aloplásticos, con el fin de minimizar los daños y riesgos asociados a la toma de injertos de origen autólogo. Si bien es cierto que la combinación de éstos, es una alternativa defendida por múltiples autores, debido a la suma de propiedades que aporta su mezcla.

### III. 6. Complicaciones

En la implantología de hoy en día, la elevación de seno maxilar se practica de forma habitual, pero no por ello se trata de un procedimiento sencillo y libre de complicaciones. De hecho puede considerarse una técnica relativamente compleja que precisa de cierta destreza por parte del clínico, para alcanzar unos resultados adecuados. Asimismo hay que tener en cuenta que pueden surgir numerosas complicaciones de forma peri o postoperatoria y dependiendo del tipo de abordaje o técnica empleadas; algunas serán más comunes que otras. Las complicaciones se pueden dividir de la siguiente manera:

#### III. 6. 1. Complicaciones intraoperatorias

##### III. 6. 1. a. Perforación de la membrana de Schneider

Entre las complicaciones intraoperatorias, las perforaciones de la membrana de Schneider tienen una incidencia relativamente frecuente (Figura 22). Múltiples estudios establecen que su prevalencia oscila entre el 11 y el 56% . Esta complicación puede producirse en diferentes fases de la elevación de seno maxilar, siendo habitual que ocurra durante la realización de la antrostomía, la elevación de la membrana sinusal o la introducción del injerto óseo en el interior del antro (78,227-230).



Figura 22. Perforación de la membrana de Schneider (231).

Han sido descritos numerosos factores de riesgo que hay que tener en consideración durante la fase de planificación quirúrgica. Becker y cols., Zijderveld y cols. y Schwarz y cols. (227,228,232) establecen que hay que prestar especial atención al grosor y angulación de las paredes del seno, la altura del reborde alveolar residual, la anchura y profundidad del antro, la presencia de septos y el grosor de la membrana sinusal.

Asimismo se relaciona la tasa de perforaciones, con el tipo de técnica empleada para realizar la elevación de seno. Stelzle y cols. (58) evaluaron cuatro técnicas diferentes de elevación de seno transcrestal sobre cabezas de cerdo; compararon la elevación sinusal con osteótomos con y sin injerto, la técnica del balón y la cirugía piezoeléctrica, observando que únicamente en los casos en los que se utilizaron osteótomos, se produjeron roturas de la membrana.

La cirugía piezoeléctrica, es conocida por ser respetuosa con la membrana sinusal. Hay múltiples estudios que defienden su uso, estableciendo que efectivamente la tasa de perforaciones de la membrana se ve reducida, si se compara con la técnica convencional (174,175,233) sin embargo hay otros autores que no aprecian ventajas con este sistema (179,234).

El diagnóstico de las perforaciones de la membrana sinusal no siempre es sencillo. En las técnicas traumáticas los posibles desgarros de la membrana se suelen apreciar con facilidad, ya que la realización de la ventana en la pared anterolateral del seno, otorga una visión directa de ésta. Sin embargo, en las técnicas transcrestales, a pesar de todas las ventajas que supone el acceso más conservador al seno maxilar, uno de sus mayores inconvenientes es la ausencia de visión directa de la membrana y del injerto sinusal.

Watzek y cols. (159) establecen que la tasa registrada de perforaciones en las técnicas transcrestales, sería mucho más elevada si se controlase la integridad de la membrana mediante endoscopia. Esto se traduce en que, en multitud de ocasiones, los desgarros de la membrana pasan desapercibidos. Métodos como la percepción táctil introduciendo un instrumento con punta roma para palpar la membrana o la maniobra de Valsalva, en ocasiones, no son excesivamente fiables para establecer un adecuado diagnóstico de una perforación.

Actualmente, hay descritos diferentes métodos, para constatar la integridad de la membrana de Schneider. Clásicamente se han recomendado procedimientos como la exploración visual, manual (106,160) o mediante la realización de la maniobra de Valsalva (106,162).

En 1997, Engelke y cols. (171) propusieron el uso de un endoscopio para visualizar la membrana sinusal y a partir de entonces han sido numerosos los autores que efectúan elevaciones de seno transcrestales, guiadas por endoscopio de forma rutinaria

Por último en 2009, Pommer y Watzek (200) propusieron la inyección de suero salino, con un contraste en el interior del seno, con el fin de poder evaluar radiográficamente la integridad de la membrana sinusal en las técnicas transcrestales.

En relación al manejo de esta complicación, no existe un claro consenso. En reglas generales, la mayoría de los autores establecen que en caso de producirse una perforación de la mucosa, se debe cesar el despegamiento en ese lugar, debiendo continuar en una zona diferente para no aumentar la dehiscencia. En ocasiones, cuando el desgarro es pequeño, el replegamiento de la mucosa sobre sí misma al elevar la ventana ósea es suficiente para excluirlo (235).

Otras veces, sobre todo cuando se trata de perforaciones un poco más extensas, es aconsejable intercalar entre el material de injerto y el nuevo suelo sinusal, una membrana reabsorbible o algún material que la aisle. La colocación de una membrana de colágeno tiene como finalidad impedir la dispersión del material de injerto, facilitar la regeneración de la mucosa y evitar futuras alteraciones de la fisiología del seno (236-238). Asimismo, se encuentran en la literatura diferentes alternativas para sellar las perforaciones de la membrana, utilizando pegamentos de fibrina, cianoacrilato o suturándola con material reabsorbible (227,239-241). En este último caso, si se optase por suturar la membrana, se debe ser extremadamente cuidadoso, ya que en algunas ocasiones se puede ampliar la dehiscencia.

Con respecto a las perforaciones de gran tamaño, en la mayoría de los estudios se recomienda posponer el procedimiento y retomarlos pasados unos meses. El tiempo de espera oscila entre los 2 y los 6 meses aproximadamente dependiendo del estudio y del tamaño de la rotura (235,237,242). Sin embargo, hay algunos autores como Fugazzotto

y cols., Hernández-Alfaro y cols. o Vlassis y cols. (238,240,243) que con la ayuda de membranas de colágeno y/o láminas de hueso, cubren las dehiscencias para poder finalizar la elevación sinusal sin tener que aplazarla.

Fugazzotto y cols. (238) establecen en su estudio que es posible continuar con las elevaciones sinusales ante cualquier tipo de perforación siempre y cuando sea viable su sellado. Sin embargo, sí que recomiendan diferir la colocación de los implantes, en los casos en los que debido al tamaño y/o localización de la rotura no sea posible aislarla completamente del material de injerto.

Hernández-Alfaro y cols. (240) distinguen tres tipos de perforaciones en función de su tamaño. De la misma forma que Fugazzotto (238), indican que la presencia de roturas de la membrana, tampoco representa una contraindicación absoluta para efectuar las elevaciones de seno. De hecho, las sellan como viene detallado en la tabla 4, introduciendo posteriormente el biomaterial de relleno en el interior del antro.

Perforaciones < 5 mm	Perforaciones 5-10 mm	Perforaciones >10 mm
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membrana de colágeno</li> <li>- Sutura reabsorbible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hueso laminar de la ventana ósea + membrana de colágeno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hueso laminar de la ventana ósea</li> <li>- Colgajo pediculado de bola de Bichat</li> <li>- Colocación de un injerto en bloque procedente de la sínfisis o de la rama mandibular</li> </ul>

Tabla 4. Técnica, materiales y tipos de injertos empleados para reparar las perforaciones de la membrana sinusal en función de su tamaño según Fugazzotto y cols. (238).

En la conferencia nacional de consenso sobre el injerto óseo del seno maxilar del 2010 (105), establecieron otra clasificación para orientar al clínico en relación al manejo y soluciones en caso de perforaciones de la membrana sinusal (Tabla 5).



Tamaño de la perforación	Técnica y material utilizado	Tipo de injerto
1-2 mm	Disecar un poco más la membrana para que se coapte la ruptura. Colocar una lámina de colágeno o de celulosa oxidada	Injertos particularizados
2-5mm	Membrana de colágeno reabsorbible. Láminas de celulosa oxidada.	Injertos particularizados
5-10 mm	Membrana de colágeno más rígida	Injertos particularizados
> 10 mm	Membrana de colágeno más rígida	Injertos en bloque

Tabla 5. Técnica, materiales y tipos de injertos empleados para reparar las perforaciones de la membrana sinusal en función de su tamaño según Villareal y cols. (105).

Por último, cuando se trata de perforaciones que se producen durante las elevaciones de seno transcrestales, la mayoría de los autores proponen convertir este procedimiento en una elevación de seno de abordaje lateral, con el fin de manejar de forma más sencilla la dehiscencia (159).

En relación a las consecuencias de las perforaciones de membrana, se encuentran conclusiones dispares a la hora de evaluar si éstas aumentan la incidencia de complicaciones quirúrgicas y postquirúrgicas.

Algunos autores no consideran la perforación de la membrana únicamente como una complicación intraoperatoria, estableciendo que puede desencadenar inconvenientes a corto y a largo plazo como un mayor sangrado, infecciones, la pérdida del injerto e incluso de los implantes (229,237).

Viña-Almunia y cols. (244) concluyen que la tasa de supervivencia de los implantes es menor cuando éstos son colocados en elevaciones de seno en donde la membrana fue perforada. De la misma forma, Hernández-Alfaro y cols. (240) encuentran en su estudio una relación inversamente proporcional entre el tamaño de la perforación de la membrana y la tasa de supervivencia de los implantes. Sin embargo otros autores como Becker y cols., Moreno y cols. o Barone y cols. (227,245,246) explican que si las perforaciones son tratadas adecuadamente, su presencia no conlleva un mayor riesgo de sufrir las complicaciones anteriormente mencionadas.

#### III. 6. 2. b. Sangrado intraoperatorio

El sangrado intraoperatorio puede producirse debido a la lesión de los tejidos blandos circundantes al seno o de las ramas vasculares que se encuentran en el interior del hueso maxilar. Hay que recordar que en la pared anterolateral del seno se halla la anastomosis de la arteria alveolar posterosuperior con la arteria infraorbitaria. Es importante evitar dañar estos vasos sanguíneos durante la elevación del colgajo y la realización de la ventana ósea para acceder al seno, ya que de lo contrario se puede producir un sangrado de intensidad moderada o severa (228).

Aunque en la mayoría de las ocasiones, la hemorragia no es frecuente debido a la ausencia de una arteria principal en el área de acceso al seno, existen casos en donde se ha descrito esta complicación (247,248). Asimismo y aunque es menos frecuente, Flanagan (249) advierte de una tercera arteria llamada arteria nasal posterior lateral, que puede ser dañada durante el despegamiento de la membrana y puede producir un sangrando abundante en la zona.

La tomografía computarizada es un método radiográfico apropiado para localizar la posición y el tamaño de la arteria. De acuerdo con los datos proporcionados por diferentes TC, el 80% de las arterias, están localizadas a más de 15 mm del reborde alveolar y por lo tanto no representan un riesgo potencial durante la intervención quirúrgica. En los casos de atrofia severa, si se deberá extremar la precaución ya que la distancia entre la arteria y la cresta se reduce considerablemente (80,247,250).

En relación al diámetro de los vasos, si se lesiona una arteria de más de 2 mm, el sangrado que se produce es copioso. Esto se traduce en una baja visibilidad del campo quirúrgico, un mayor riesgo de perforar la membrana sinusal, un aumento del tiempo

operatorio así como una mayor dificultad para la colocación del injerto óseo. Asimismo, la interrupción del flujo sanguíneo podría influir negativamente en el proceso de neoangiogénesis del injerto colocado en el interior del seno (80,250).

Diferentes autores aconsejan presionar de forma directa el punto sangrante para intentar detener la hemorragia. Igualmente recomiendan el uso de vasoconstrictores, cera de hueso, bisturí eléctrico o la sutura del vaso adyacente al punto de sangrado (83,251). Maridati y cols. (252) describen una técnica alternativa para acceder al seno maxilar, cuando previamente se ha identificado el recorrido de la arteria con la TC. Esta modificación consiste en la realización de una doble ventana en la pared anterolateral del seno, protegiendo de esta forma la arteria ya que permanece intacta entre las dos ventanas (Figura 23).



Figura 23. Doble ventana para evitar dañar la AAPS (252).

#### III. 6. 3. c. Otras complicaciones

Aunque son menos frecuentes, pueden surgir otro tipo de complicaciones durante la intervención quirúrgica. Problemas como la lesión de dientes adyacentes a la hora de llevar a cabo la antrostomía, laceraciones de las partes blandas o la falta de estabilidad primaria de los implantes, en caso de técnicas en una sola fase, se pueden evitar de forma sencilla si se realiza un adecuado estudio clínico y radiológico. Asimismo se han documentado casos de lesiones del nervio infraorbitario, debido al diseño de colgajos extensos o de epistaxis lo que indica la presencia de una perforación de la membrana sinusal (83,105,228).

### III. 6. 2. Complicaciones postoperatorias

#### III. 6. 2. a. Dehiscencia de la sutura

La dehiscencia de la sutura es una complicación que se suele asociar a una técnica de sutura incorrecta, aunque también producirse por un edema postoperatorio considerable o por la presión o roce ocasionado por una prótesis removible.

Esta complicación puede originar exposiciones de las membranas y de los injertos, facilitando de esta forma el desarrollo de infecciones e incluso la pérdida total del injerto colocado.

Para evitar su aparición es fundamental no suturar el colgajo con tensión, siendo necesarias en ocasiones las descargas en el periostio para obtener una mayor holgura a la hora de aproximar los labios de la incisión (83,228).

#### III. 6. 2. b. Infecciones postoperatorias

La incidencia de infecciones postoperatorias es relativamente baja aunque su etiología es bastante variada (228,246,253). Hay que tener en cuenta que las complicaciones de tipo infeccioso pueden desarrollarse en dos lugares diferentes. Se suelen producir con más frecuencia donde se encuentra el injerto óseo, es decir por debajo de la membrana sinusal. Por el contrario, las infecciones del seno maxilar propiamente dichas, son menos comunes aunque la sintomatología suele ser bastante más acusada.

Moreno y cols. (245) registran las complicaciones que surgen tras efectuar 200 elevaciones de seno maxilar, encontrando que la tasa de aparición de sinusitis postoperatoria es más baja (3,9%) que la tasa de infección de las heridas, es decir de la zona de la incisión y acceso al seno maxilar (7,1%).

La existencia de enfermedades preexistentes del seno como las sinusitis agudas o crónicas o la presencia de pseudoquistes, aunque hayan sido tratados previamente, puede ser una causa desencadenante de infecciones tras la realización de elevaciones de seno maxilar. De la misma forma, algunos autores recomiendan realizar tratamientos

endoperiodontales previos a la cirugía sinusal, para evitar contaminaciones del antro por patología apical de los dientes antrales (253).

Son múltiples los autores que no encuentran relación entre las perforaciones de la membrana sinusal y el desarrollo de complicaciones postoperatorias. Sin embargo, la rotura de la membrana debe considerarse un factor predisponente para el desarrollo de infecciones, ya que producen una comunicación con el interior del seno y por lo tanto permite la entrada de bacterias procedentes de la cavidad oral, ocasionando su contaminación (254).

Si existe una perforación, el material injertado puede migrar al interior del seno y alcanzar el completo osteomeatal. Asimismo, la presencia de un hematoma o un edema excesivo de la membrana tras la elevación sinusal, pueden llegar a reducir o incluso obliterar la vía de drenaje del seno maxilar, alterando su ventilación y por tanto aumentando el riesgo de infección (83,245).

Otros posibles factores de riesgo para el desarrollo de infecciones pueden ser la contaminación del injerto óseo, la falta de asepsia durante la cirugía o la dehiscencia de la sutura que deja la herida quirúrgica en contacto con el medio bucal.

La sintomatología más frecuente de las infecciones del seno maxilar incluye dolor, obstrucción nasal, inflamación, fistulas o supuración. En relación a su tratamiento ha resultado eficaz la prescripción de antibióticos, antiinflamatorios y analgésicos por vía sistémica, aerosoles a base de corticoides, vasoconstrictores nasales o inhaladores. En caso de no restablecerse la salud y el buen funcionamiento del seno con este tipo de tratamientos, será necesario extirpar de forma parcial o total el injerto sinusal (245).

### III. 6. 2. c. Otras complicaciones

La aparición de edemas, hematomas o la expulsión de alguna partícula de biomaterial no es infrecuente. Sin embargo, pueden acontecer otras complicaciones más inusuales como sinusitis agudas o crónicas diferidas, pérdidas del injerto, dolores crónicos, fistulas o comunicaciones oroantrales (83).

Aunque también es poco frecuente, hay casos descritos de vértigo posicional paroxístico benigno (VPPB) que se asocian la mayoría de la veces con las elevaciones

de seno con osteótomos. El vértigo, se origina como consecuencia de los impactos efectuados sobre los osteótomos con el martillo, con el fin de activarlos. Estos traumatismos producen la liberación de los otolitos hacia los canales semicirculares del oído, provocando una sensación de pérdida del sentido espacial. Aunque no es una complicación que ocurra de forma habitual, son numerosos los autores que han publicado casos refiriendo esta patología (255-258).

Con respecto a los implantes, pueden observarse migraciones al interior del seno maxilar, debido a una insuficiente cantidad ósea o falta de estabilidad primaria durante su colocación, así como la pérdida o fracaso de éstos a corto o largo plazo.

# **IV. Material y Método**

## **IV. 1. MATERIAL**

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en el Departamento de Medicina y Cirugía Buco-facial, Estomatología III, de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid.

Para su elaboración se dispuso del material que se describe a continuación:

IV. 1. 1. Recursos humanos.

IV. 1. 2. Equipamiento y material radiológico.

IV. 1. 3. Equipamiento y material quirúrgico.

IV. 1.4. Equipamiento y material implantológico.

IV. 1. 5. Material informático.

### **IV. 1. 1. Recursos humanos**

Se contó con un total de 61 pacientes. Todo ellos acudieron a consulta para la colocación de implantes en la región posterior del maxilar, presentando atrofia de la misma. Del total de la muestra, 36 casos correspondieron a mujeres y 25 a varones.

Éstos pacientes fueron elegidos de acuerdo a los criterios de inclusión expuestos en el apartado de Metodología. Todos otorgaron su consentimiento por escrito.

Se realizaron 66 elevaciones de seno maxilar; 33 se efectuaron mediante la técnica de catéter-globo y 33 con la técnica tradicional de abordaje lateral. La distribución fue la siguiente:

- 33 elevaciones con técnica de globo sobre 33 pacientes.

- 33 elevaciones tradicionales sobre 28 pacientes. Esto fue debido a que en el grupo de las elevaciones tradicionales, se efectuaron elevaciones de seno de forma bilateral en 5 pacientes.



Tanto las historias clínicas como las fichas de recogida de datos, fueron tratadas con la máxima confidencialidad, de acuerdo con lo establecido por la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal.

#### **IV. 1. 2. Equipamiento y material radiológico**

Los estudios radiográficos fueron la principal fuente de datos del presente trabajo. Para efectuar un adecuado diagnóstico de los casos, previo a la realización de las elevaciones de seno, los pacientes aportaron un estudio radiográfico compuesto por una radiografía panorámica y una tomografía computarizada.

Asimismo, una vez realizados los injertos sinusales, se efectuaron radiografías panorámicas con el fin de cumplimentar un adecuado seguimiento de los pacientes. Concluidos los 6 meses de espera tras las elevaciones de seno, previo a la colocación de los implantes, se efectuó una nueva tomografía computarizada con el objetivo de evaluar la nueva disponibilidad ósea. Para el control posterior de las fijaciones se efectuaron radiografías periapicales.

Las radiografías panorámicas se obtuvieron con el aparato Orthophos de la marca Sirona® (Sirona Dental Systems GmbH; Alemania). Se efectuaron con un programa que proporciona a la imagen obtenida una magnificación vertical constante del 25%. Como sistema de captación de la imagen, éste aparato utiliza una placa de fósforo fotoestimulable, que se procesa con un sistema digital de radiología y un software específico. Posteriormente, las imágenes se obtuvieron en película radiográfica, mediante una cámara Kodak Dry View Laser Imager (Eastman Kodak Company; New York, USA.)

El equipo con el que se efectuaron las tomografías computarizadas fue un escáner comercializado por la marca GE Medical Systems®, concretamente el modelo HiSpeed CT/E con adquisición helicoidal (General Electric Medical Systems, Milwaukee, Wisconsin, USA). Una vez obtenidos los datos, éstos se procesaron con el programa de reconstrucción multiplanar Dentascan® (ISG Technologies, Mississauga, Ontario, Canadá) con el fin de obtener información sobre las diferentes estructuras anatómicas. Al igual que las ortopantomografías, la impresión de las TC se realizó en película radiográfica.

Con respecto a las proyecciones periapicales, se tomaron con el equipo Gendex Expert® DC (Gendex Dental Systems, Hatfield, USA), empleando la técnica del paralelismo con la ayuda del método de Rinn XCP® (Rinn Corp, Elgin, Illinois, USA) para evitar la deformación de las imágenes. Posteriormente, fueron reveladas mediante el método tradicional, introduciendo la placa radiográfica en líquidos reveladores y fijadores en una cámara oscura.

#### **IV. 1. 3. Equipamiento y material quirúrgico**

El instrumental usado fue el habitual para la realización de técnicas quirúrgicas en la cavidad bucal, estando compuesto por:

- Jeringas de anestesia Uniject K (Uniject K®; Hoechst AG, Frankfurt, Alemania) y agujas.
- Anestésico con articaína al 4% y adrenalina 1:100000.
- Mango de bisturí tipo Bard-Parker, hojas de bisturí del número 15.
- Separadores de Farabeuf y Langenbeck.
- Periostótomos.
- Pieza de mano recta y micromotor.
- Fresas redondas de carburo de tungsteno y de diamante.
- Espátulas de elevación sinusal.
- Cucharilla de legrado.
- Batea.
- Pinzas de Adson.
- Pinza Mosquito.
- Portaagujas tipo Mayo.
- Tijera de cortar hilos.

- Sutura no reabsorbible (seda 000).

Además fue necesaria la caja quirúrgica del sistema Balloon Lift Control® (Hager & Meisinger GmbH, Hansemannstr, Neuss, Alemania), compuesta por diferentes fresas, guías de perforación y osteótomos de diferentes tamaños (Figuras 23 y 24).



Figura 23. Caja quirúrgica de Balloon Lift Control. Tomado de [www.meisinger.de](http://www.meisinger.de)

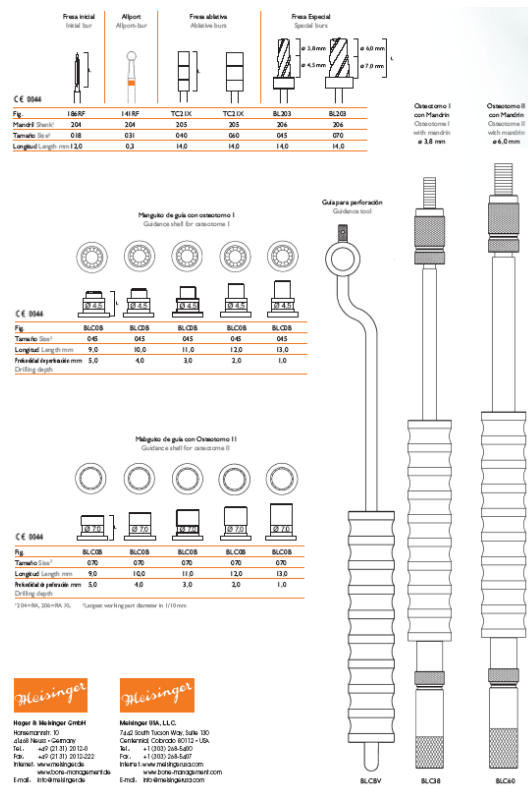


Figura 24. Esquema del kit quirúrgico Balloon Lift Control.

Como complemento de la caja quirúrgica fue necesario el Catéter Balloon Lift Control, compuesto por un catéter con un globo de látex hinchable en uno de sus extremos, todo ello desechable (Figura 25).

Figura 25. Catéter Balloon Lift Control. Tomado de [www.meisinger.de](http://www.meisinger.de)

Asimismo fue necesario el uso de materiales de regeneración ósea:

- Hueso bovino inorgánico (Bio-Oss®, Geistlich Pharma Biomaterials, Wolhusen, Suiza).
- Membranas reabsorbibles de colágeno (Bio-Gide®, Geistlich Pharma Biomaterials, Wolhusen, Suiza).

#### IV. 1. 4. Equipamiento y material implantológico

Se usaron un total de 119 implantes de las marcas Nobel Biocare® (Nobel Biocare AB, Gothenburg, Suecia) y Straumann® (Straumann AG, Basel, Suiza) que fueron colocados a nivel de los sectores posteriores de los maxilares una vez realizadas las elevaciones de seno maxilar.

En relación a los implantes Straumann, se seleccionaron los implantes de la línea Straumann Standard Plus (SP). Estas fijaciones están fabricadas con titanio puro biocompatible (de grado 4) y cuentan con la superficie SLA que se consigue mediante la técnica de chorreado de arena, seguida de un grabado ácido. Estos implantes poseen una conexión interna synOcta y cuentan con un cuello pulido de 1,8 mm, que puede corresponder al diámetro del implante seleccionado o ser mas ancho a nivel coronal.

Dependiendo de la anchura y altura ósea disponibles, se escogieron implantes de diámetro 4,1 con plataforma de 4,8 mm (Regular Neck, RN), o implantes de diámetro 4,8 con plataformas de 4,8 mm (RN) o de 6,5 mm (Wide Neck, WN). Con respecto a la longitud de los implantes, se utilizaron fijaciones de 10 y de 12 mm, teniendo en cuenta que el cuello pulido de 1,8 mm se mide a parte de las longitudes originales (Figura 26).

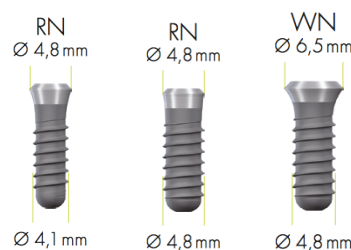


Figura 26. Implantes Standard Plus de la casa comercial Straumann. Tomado de [www.straumann.com](http://www.straumann.com)

Los implantes de Nobel Biocare seleccionados fueron los de la línea Nobel Replace Select Tapered. Se trata de implantes cónicos de titanio puro con una superficie de óxido de titanio TiUnite; poseen una conexión interna “tri-channel” y un cuello pulido de 1,5 mm.

Se utilizaron fijaciones de las series Regular Platform (RP) y Wide Platform (WP) que se caracterizan por tener un diámetro de 4,3 mm y 5 mm respectivamente. En relación a su longitud, estos fueron de 11,5 mm y 13 mm teniendo en cuenta que, en estos implantes, el cuello pulido de 1,5 mm va incluido dentro de la medición (Figura 27).



Figura 27. Implante Replace Select Tapered de la casa comercial Nobel Biocare.  
Tomado de [www.nobelbiocare.com](http://www.nobelbiocare.com)

Todas las fijaciones fueron colocadas con un motor de implantes W&H® (W&H Dentalwerk, Bürmoos, Austria) y con la ayuda de las cajas específicas de cada marca de implantes.

#### IV. 1. 5. Material informático

Las imágenes radiográficas obtenidas por el escáner en formato DICOM, fueron procesadas en una estación de trabajo, mediante el software CompuDent Profesional. Posteriormente, se enviaron al programa CompuDent Navigator versión 4.1.479, con el que se realizaron las mediciones y las volumetrías necesarias para conocer la disponibilidad ósea, antes y después de efectuar los injertos sinusales.

El programa CompuDent Navigator, aporta al cirujano un sistema para valorar el volumen de injerto óseo previo a la cirugía, para así poder planificar con exactitud la cantidad de biomaterial necesario a la hora de realizar una elevación de seno maxilar. En nuestro estudio, se ha utilizado como una prestación para calcular los volúmenes de injerto obtenidos de manera objetiva y con una mayor exactitud.

Con el fin de comprobar que las mediciones realizadas por el programa se correspondían con volúmenes reales, se calibró el software escaneando un objeto de volumen conocido y se verificó que concordaba con la medición de volumen que emitía el programa. No se observó ningún error ya que las volumetrías se correspondieron en todas las ocasiones. Todas ellas se llevaron a cabo en el centro de Diagnóstico Bucofacial del Dr. Ortega.

## **IV. 2. MÉTODO**

Diseño del estudio: El presente trabajo se llevó a cabo de acuerdo a un diseño longitudinal, observacional, prospectivo, controlado, aleatorizado y unicéntrico.

Para la realización del mismo se obtuvo el dictamen favorable del Comité Ético de investigación clínica del Hospital Clínico San Carlos (Anexo 1).

La realización del presente estudio se basó en los siguientes pasos:

IV. 2. 1. Selección de los pacientes.

IV. 2. 2. Estudios Radiográficos.

IV. 2. 3. Acto quirúrgico.

IV. 2. 3. a) Elevación de seno tradicional.

IV. 2. 3. b) Elevación de seno con la técnica de globo.

IV. 2. 4. Controles postoperatorios tras las elevaciones de seno maxilar.

IV. 2. 5. Colocación de los implantes osteointegrados.

IV. 2. 6. Segunda fase de los implantes/ Conexión de los pilares de cicatrización.

IV. 2. 7. Obtención de los datos: parámetros de estudio.

IV. 2. 8. Tratamiento estadístico y análisis de los resultados.

### **IV. 2. 1. Selección de los pacientes**

Se seleccionaron 61 pacientes, que presentaban atrofia en los sectores posteriores de lo maxilares y que por lo tanto precisaban elevaciones de seno maxilar para la posterior colocación de implantes osteointegrados.

Todos los pacientes fueron informados sobre las características y objetivos del estudio y otorgaron su consentimiento informado por escrito.



Los pacientes fueron tratados desde Marzo del 2008 hasta Junio de 2011, siendo el tiempo de seguimiento de cada paciente de 10 meses. Este periodo comenzó desde la realización del primer estudio radiológico, previo a las elevaciones de seno y finalizó con la exposición de los implantes/segunda fase.

Las condiciones de selección de los candidatos vinieron dadas por los criterios de inclusión y exclusión descritos a continuación:

\* Criterios de inclusión:

- Sujetos que otorgasen por escrito su consentimiento a participar en el estudio, tras haber recibido información sobre el diseño y los fines del trabajo.
- Pacientes que presentasen tramos edéntulos en la zona posterior del maxilar, con una altura ósea infrasinusal inferior a 5 mm; y que fuesen susceptibles de elevaciones de seno maxilar para la posterior colocación de implantes.
- Pacientes que tuviesen tramos edéntulos en la zona posterior del maxilar, que además de ser susceptibles de elevación de seno, presentasen una anchura igual o mayor a 6 mm, que permitiese la posterior colocación de implantes de al menos 4 mm de diámetro.
- Pacientes capacitados para comprender y seguir la instrucciones dadas por los investigadores.
- Pacientes con buena higiene oral.

\* Criterios de exclusión:

- Pacientes ASA III y ASA IV.
- Pacientes con enfermedades del metabolismo óseo o en tratamiento con medicación que interfiriese sobre éste.
- Pacientes con patología sinusal.
- Pacientes fumadores de más de 10 cigarros al día.
- Pacientes con enfermedad periodontal activa.

- Abuso de alcohol o drogas.
- Pacientes psiquiátricos.
- Pacientes inmunodeprimidos.
- Pacientes sometidos a radioterapia o quimioterapia.
- Pacientes embarazadas.
- Pacientes menores de 18 años.
- Pacientes que incumplieran los criterios de inclusión, o que en algún momento manifestasen su deseo de abandono del estudio o faltasen a los controles.

#### **IV. 2. 2. Estudios Radiográficos**

Previo a la cirugía y con el fin de completar el diagnóstico y así confirmar la indicación quirúrgica, se solicitó a la totalidad de los pacientes, una exploración radiológica consistente en una radiografía panorámica, realizada con un equipo Orthophos de Sirona y una TC efectuada con un escáner helicoidal GE Medical System HiSpeed CT/E.

#### **IV. 2. 3. Acto quirúrgico**

De forma aleatoria, se efectuaron 33 elevaciones de seno con la técnica tradicional (Técnica de Tatum) y 33 con la técnica de globo. Todas ellas fueron realizadas por el mismo operador.

Para ambos procedimientos, la técnica anestésica fue la misma. Se efectuaron una serie de infiltraciones locales de articaína al 4% y adrenalina 1:100000, con el fin de bloquear los nervios alveolar superior posterior, nervio infraorbitario y palatino anterior.

#### **IV. 2. 3. a. Elevación de seno tradicional**

El protocolo quirúrgico fue el siguiente:

Se efectuó una incisión crestal con descargas liberadoras a ambos lados, con el fin de elevar un colgajo mucoperióstico. El despegamiento se efectuó por encima de la línea mucogingival, para exponer y así obtener un buen control visual de la pared anterolateral del seno maxilar.

Una vez descubierta la cortical ósea, con la ayuda de una fresa redonda de carburo de tungsteno montada en pieza de mano e irrigación profusa con suero salino, se marcaron los límites de la ventana para acceder al seno maxilar. El diseño de esta ventana, se efectuó dependiendo del número de dientes ausentes y de la cantidad de reborde alveolar residual. Su borde inferior se situó en todos los casos aproximadamente a 2-3 mm del suelo del seno, con el fin de formar una cavidad retentiva para la posterior colocación del biomaterial.

Se procedió a su demarcación, hasta observar por transparencia la membrana de Schneider, momento en el cual se cambió la fresa por una de diamante, ya que en caso de entrar en contacto con la membrana sinusal, ésta última tiene una superficie más fina y por lo tanto es menos probable que desgarre la membrana (Figura 28).

Se perforó por completo la cortical ósea, dejando expuesta la membrana sinusal . A continuación se introdujeron las espátulas de elevación de seno, con el fin de liberar y despegar lentamente la membrana de Schneider. Una vez completado el despegamiento, se desplazó la ventana ósea en sentido apical y se comprobó visualmente y mediante la maniobra de Valsalva, la integridad de la membrana sinusal (Figura 29).

Una vez desplazada la cortical externa hacia dentro, se procedió a rellenar esta cavidad con Bio-Oss y una vez compactado el material, se aisló por medio de una membrana reabsorbible (Figuras 30 y 31). Finalmente se reposicionó el colgajo y se suturó la herida con seda de 0000 mediante puntos simples y colchoneros (Figura 32).



Figura 28. Delimitación de la ventana en la pared anterolateral del maxilar para acceder al seno.

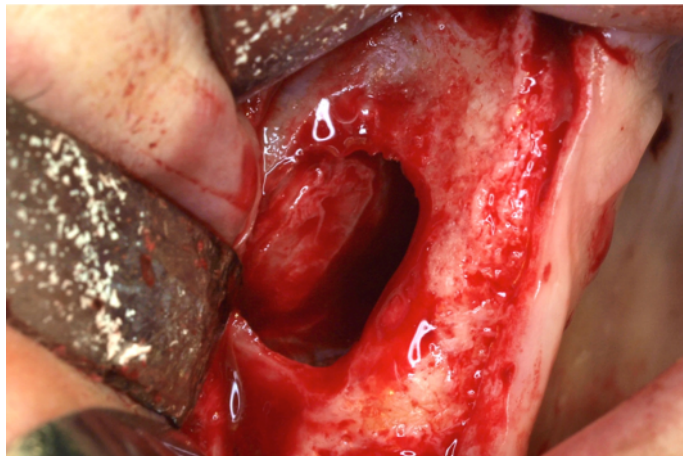


Figura 29. Desplazamiento de la cortical externa hacia dentro del seno maxilar.

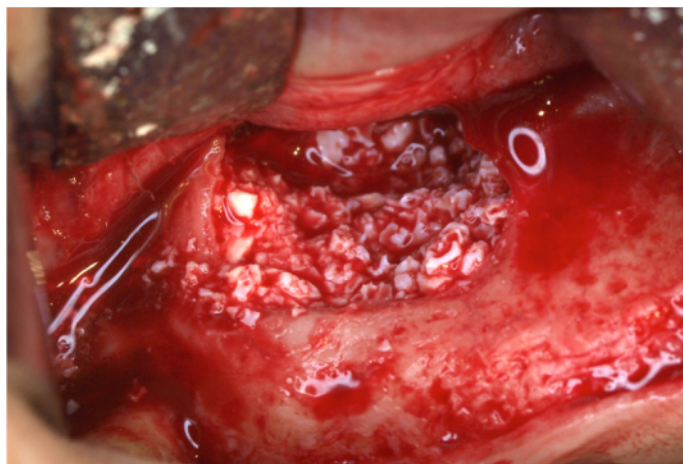


Figura 30. Relleno de la cavidad creada mediante Bio-oss.



Figura 31. Colocación de la membrana reabsorbible de colágeno Bio-Gide.

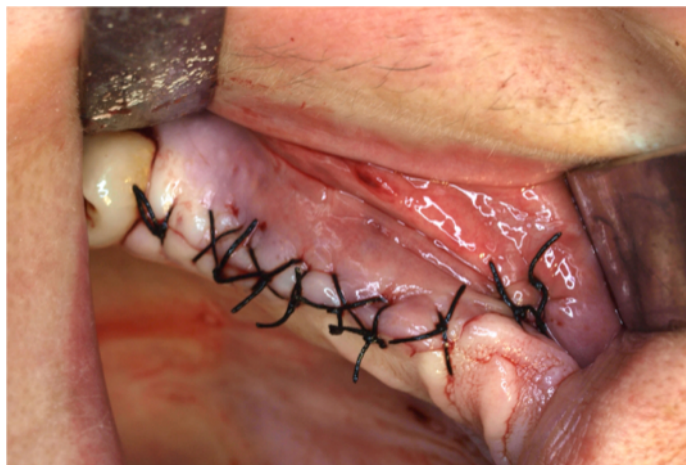


Figura 32. Cierre hermético de la herida.

### III. 2. 3. b. Elevación de seno con la técnica de globo

Con la ayuda de un bisturí, se efectuó una incisión circular sobre la cresta alveolar, levantando un colgajo mucoperióstico pediculado (Figura 33).



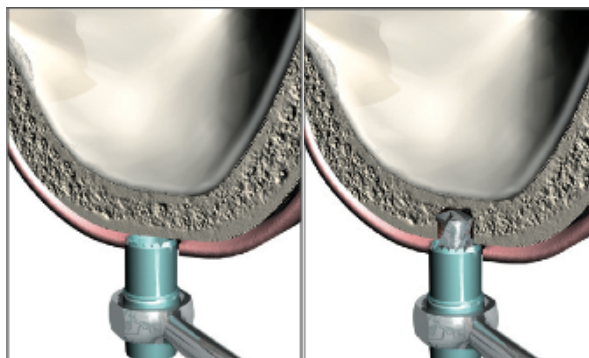
Figura 33. Incisión circular sobre la cresta alveolar.

Con la fresa inicial de lanza, se marcó el lugar de la futura perforación. Dependiendo del hueso disponible tanto en anchura como en altura, se seleccionó el manguito guía correspondiente (Figura 34).

												
Fig. C000B...	13H38	13H60	12H38	12H60	11H38	11H60	10H38	10H60	9H38	9H60	8H38	8H60
Length mm	13,0	13,0	12,0	12,0	11,0	11,0	10,0	10,0	9,0	9,0	8,0	8,0
Drilling depth	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	6,0	6,0
	3,8	6,0	3,8	6,0	3,8	6,0	3,8	6,0	3,8	6,0	3,8	6,0
	5,35	7,55	5,35	7,55	5,35	7,55	5,35	7,55	5,35	7,55	5,35	7,55

Figura 34. Manguitos guía de diferentes diámetros y alturas para la introducción de fresas, osteótomos y catéter-globo de forma controlada.

A continuación, el manguito seleccionado se fijó sobre la herramienta guía apoyada sobre la cresta alveolar. Mediante una fresa introducida a través del mismo, se eliminó la cantidad necesaria de hueso, respetando el último milímetro correspondiente al suelo del seno maxilar (Figuras 35 y 36).



Figuras 35 y 36. Fresado con el instrumento y manguito guía, respetando el último milímetro de hueso infrasinusal.

Antes de introducir el osteótomo, se ajustó la profundidad de perforación con la escala milimetrada situada en la punta de éste, de forma que sólo entrase en el canal, los milímetros necesarios para fracturar el fragmento óseo inferior al seno. Una vez introducido el osteótomo a través del instrumento guía, tras un ligero golpe se fracturó el suelo sinusal y se comprobó mediante la introducción de un instrumento con punta roma, que el suelo del seno estaba totalmente separado. En caso de no estarlo, se volvió a utilizar el mismo instrumento (Figuras 37 y 38).

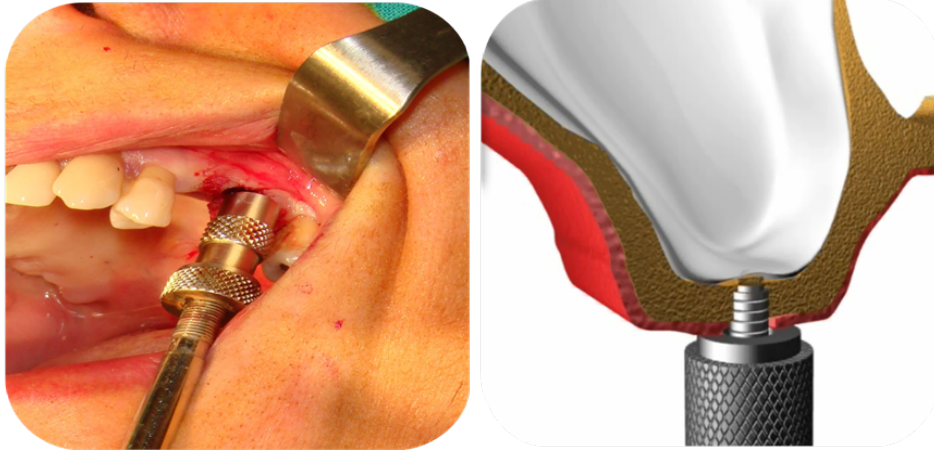
Antes de introducir el catéter-globo, se verificó que no quedaba aire en el interior del sistema. Si existía alguna burbuja, se eliminó mediante la inyección de suero fisiológico dejando abierta la llave de tres pasos; una vez comprobado esto, se cerró la vía de salida del suero, se insufló el globo para controlar que funcionaba correctamente y se introdujo el catéter con el instrumento guía colocado sobre la cresta (Figuras 39 y 40).

Se realizaron un mínimo de 5 insuflaciones de forma progresiva, inyectando 2 mL de suero fisiológico para ir despegando la membrana lentamente (Figuras 41 y 42). Tras esperar alrededor de dos minutos, se desinfló el balón abriendo la llave para facilitar la salida del suero. A continuación se retiró el catéter con el manguito guía y se comprobó visualmente y mediante la maniobra de Valsalva que la membrana de Schneider estaba íntegra.

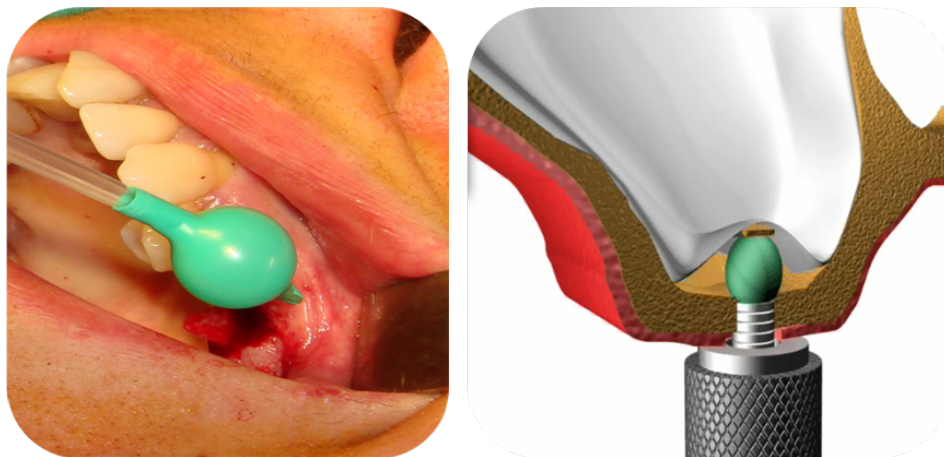
Posteriormente, se compactó el Bio-oss® en el seno a través del acceso crestal. (Figuras 43 y 44).



Por último se suturó el tapón mucoperióstico con seda de 0000 (Figuras 45 y 46).

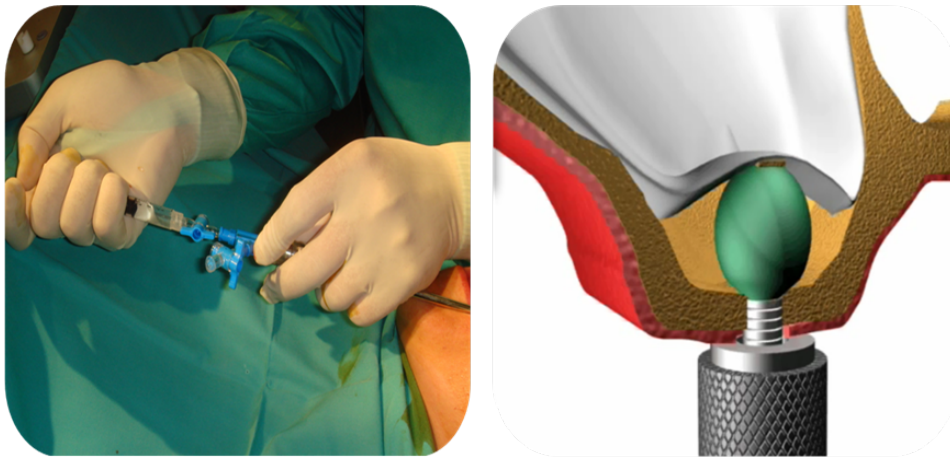


Figuras 37 y 38. Despegamiento del fragmento óseo inferior al seno mediante un osteótomo a través del manguito guía.

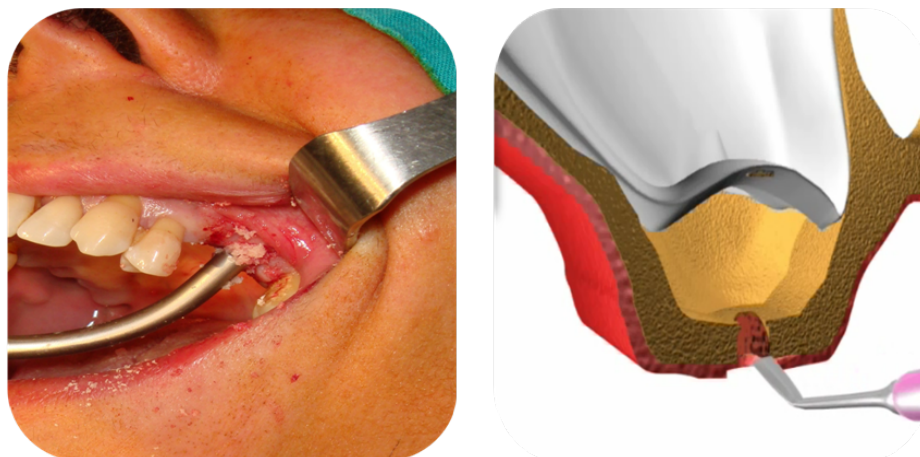


Figuras 39 y 40. Introducción del catéter-globo.

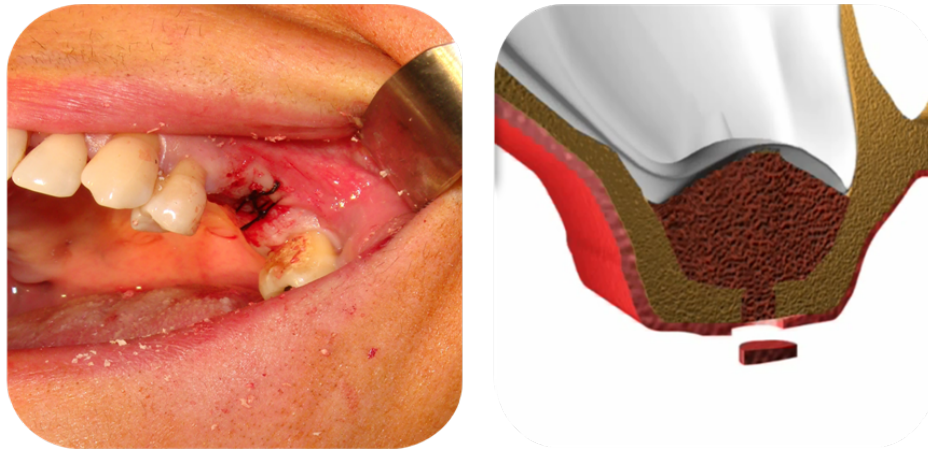




Figuras 41 y 42. Insuflación progresiva del globo.



Figuras 43 y 44. Compactación del Bio-oss en el interior del seno maxilar.



Figuras 45 y 46. Sutura del tapón mucoperióstico.

En ambas técnicas se registró la presencia de complicaciones intra y postoperatorias, para posteriormente poder compararlas y contrastarlas con los resultados presentes en la literatura.

Las instrucciones post-operatorias fueron las mismas para los dos grupos. Una vez finalizada la intervención, a cada paciente se le prescribió un tratamiento farmacológico que consistió en:

- Antibiótico: Amoxicilina 750 mg cada 8 horas durante 7 días.
- Antiinflamatorio: Diclofenaco sódico 50 mg cada 8 horas durante 4 días.
- Analgésico como medida de rescate: Metamizol magnésico 575mg cada 8 horas.
- Protector gástrico: Omeprazol 20 mg cada 24 horas durante 7 días.

Asimismo se hicieron recomendaciones de higiene, dieta blanda durante los 15 días siguientes a la intervención y evitar la realización de maniobras de aumento de presión intrasinal.

### **III. 2. 4. Controles postoperatorios tras las elevaciones sinusales**

Una vez efectuadas las elevaciones de seno maxilar, se esperaron 6 meses para la colocación de los implantes. Durante este tiempo se realizaron revisiones clínicas y controles radiológicos a los pacientes, con el fin de registrar cualquier complicación:

- Revisión a los 7 días de la intervención:

Se exploró a los pacientes y se retiró la sutura. Además, se solicitó una radiografía panorámica con el fin de tener un control de los injertos sinusales. Se registró en la historia clínica cualquier tipo de incidencia.

- Revisión al mes:

Se efectuó una entrevista y una exploración clínica a los pacientes

- Revisión a los 6 meses:

Se exploró clínicamente a todos los pacientes y se solicitó una nueva radiografía panorámica y una TC, con el fin de planificar la colocación de los implantes.

Las radiografías panorámicas y las TC fueron obtenidas con los mismos equipos con los que se habían efectuado los estudios radiográficos previos a las elevaciones de seno maxilar.

### **III. 2. 5. Colocación de los implantes osteointegrados**

Se colocaron 119 implantes que se seleccionaron de acuerdo a la disponibilidad ósea de cada paciente medida en las TC.

Tras una serie de infiltraciones locales de articaína al 4% y adrenalina 1:100000 se bloquearon los nervios alveolar posterior y medio y palatino anterior.

Se realizó una incisión crestal e intrasurcular si estaban presentes los dientes adyacentes a la brecha o una descarga en distal si estaban ausentes. Se elevó un colgajo mucoperióstico para exponer el reborde alveolar donde se iban a colocar los implantes.

Primeramente se marcó con un fresa de lanza el lugar donde se iba a labrar el lecho para albergar los implantes. A continuación se completó la secuencia de fresado,

dependiendo de la marca de las fijaciones y de sus dimensiones. Una vez introducidos los implantes, se colocó sobre ellos el tornillo de cierre y se suturó con seda de 0000.

Cualquier incidencia ocurrida durante la cirugía fue registrada en la historia clínica.

Las medidas postoperatorias, tanto farmacológicas como de higiene, fueron las mismas que las que se dieron tras las elevaciones de seno maxilar.

Una vez colocados los implantes, se realizaron controles postoperatorios en las siguientes fechas:

- A los 7 días de la intervención:

Se revisó a los pacientes y se retiró la sutura. Se efectuó una radiografía panorámica y una radiografía periapical para controlar, tanto los injertos como los implantes.

- Revisión al mes:

Se efectuó una entrevista y una exploración clínica a los pacientes.

- Revisión a los 3 meses:

Se realizó una nueva exploración clínica y se efectuaron radiografías periapicales para comprobar que la osteointegración era adecuada con el fin de exponer los implantes.

### **III. 2. 6. Segunda fase de los implantes**

Tras una pequeña infiltración de lidocaína al 2% y adrenalina al 1/100000 sobre la cresta alveolar, se efectuó una incisión lineal para exponer el tornillo de cierre de los implantes. Con la ayuda de un destornillador se sustituyó éste tornillo por un pilar de cicatrización transmucoso. Finalmente se suturó el colgajo con seda de 0000.

Todas las incidencias fueron registradas en la historia clínica de los pacientes.

Las normas postoperatorias fueron las siguientes:

- Antiinflamatorio: Ibuprofeno 600 cada 8 horas durante 2 días
- Analgésico como medida de rescate: Metamizol magnésico 575mg cada 8 horas.
- Protector gástrico: Omperazol 20 mg cada 24 horas durante 2 días.
- Medidas de higiene habituales tras una cirugía.

A la semana se retiró la sutura y los pacientes fueron derivados al Departamento de Prótesis Bucofacial, Estomatología I, de la Universidad Complutense de Madrid para la confección de sus prótesis

### **III. 2. 7. Obtención de los datos: parámetros de estudio**

Como se ha comentado anteriormente, las pruebas radiológicas fueron la principal fuente de datos de este trabajo.

Con el fin de valorar la ganancia ósea obtenida con ambas técnicas, se seleccionó el segundo estudio tomográfico de cada paciente, es decir el previo a la colocación de los implantes, y se exportó a un ordenador portátil con el programa CompuDent Navigator.

El manejo del programa es el siguiente:

En primer lugar, sobre el corte axial elegido, se trazó como referencia una línea central a lo largo de toda la curvatura maxilar, marcando una serie de puntos secuenciales desde un margen del maxilar al otro. Posteriormente el ordenador genera una curva con base en estos puntos, siendo ésta curva individual para cada paciente (Figura 47).

En todos los cortes axiales se marcaron nueve puntos: dos puntos a nivel de la tuberosidad, dos a nivel de los molares, dos en la región premolar, dos en la región canina y uno en la línea media entre los dos incisivos centrales.

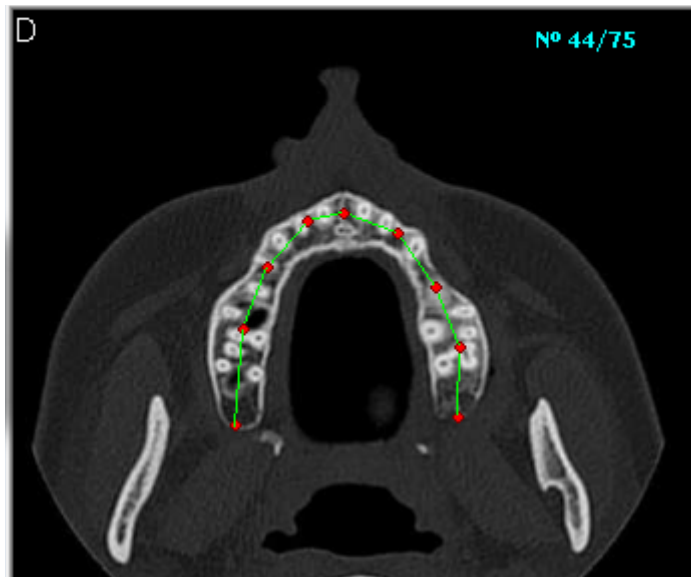


Figura 47. Corte axial trazado con la curva para generar el corte panorámico.

Al completar esta operación, el programa reconstruye una imagen panorámica a partir de la curva maxilar original. Esta imagen corresponde a la observación del maxilar un milímetro a cada lado de la línea curva. La escala de marcas que aparece en la parte inferior de esta imagen la interrelacionan con las imágenes transversales (Figura 48).

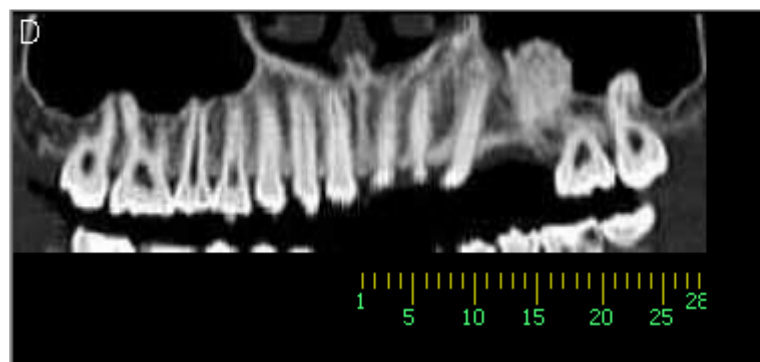


Figura 48. Corte panorámico.

En la proyección axial se señalaron también el punto inicial y final, donde se deseaban generar las reconstrucciones transversales. Entre ellos, el programa origina una serie de líneas oblicuas a lo largo de la curva maxilar anteriormente trazada. Estas líneas que se enumeran de forma secuencial, se corresponden con los cortes transversales una vez generados (Figuras 49 y 50).

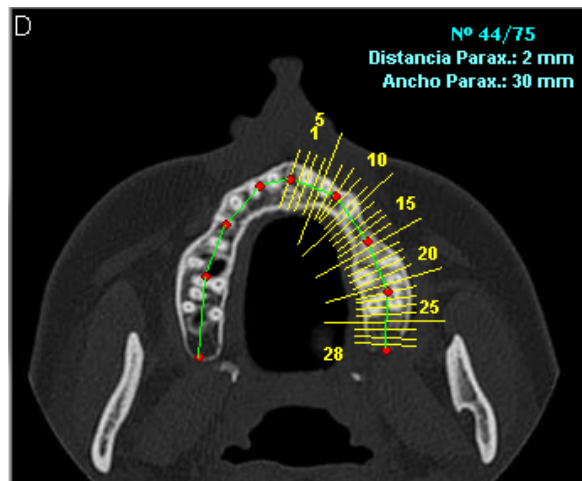


Figura 49. Corte axial marcado para generar los cortes transversales.

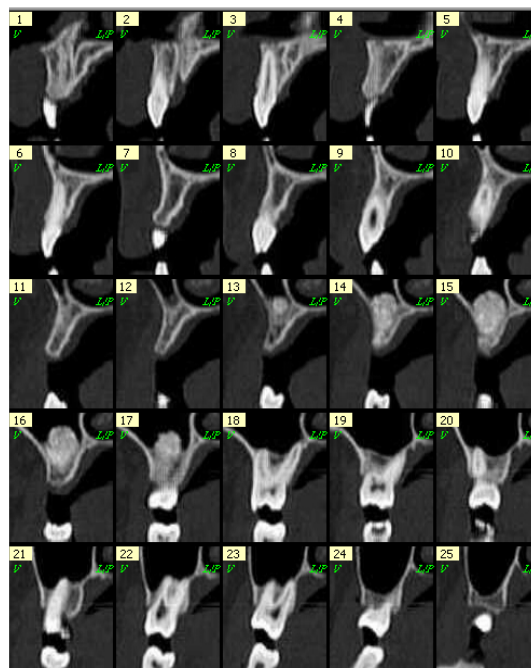


Figura 50. Cortes transversales.

Tras crear todas las vistas necesarias, en primer lugar se seleccionaron los cortes donde debían ubicarse el o los implantes.

En el estudio se planificó la colocación de 133 implantes, siendo el objetivo la rehabilitación de los pacientes con unas fijaciones intraóseas de medida estándar: 4x10 mm y 5x12 mm.

De esta forma, se pretendió valorar si después de realizar las elevaciones de seno, se había alcanzado el volumen y altura ósea necesarios para la colocación de los implantes del tamaño establecido.

Se calculó que para la colocación de un implante de 5x12 mm era necesario:

- 13 mm de altura con el fin de dejar 1 mm de hueso por encima del implante.
- 8 mm de anchura mesio-distal para preservar hueso suficiente alrededor del implante y dejar espacio suficiente con respecto a los implantes o dientes adyacentes (1,5 mm con respecto a los dientes y 3 mm en relación a los implantes).
- 7 mm de anchura vestibulo palatina con el fin de dejar 1 mm de cortical vestibular y otro mm de cortical palatina rodeando el implante.

Por lo tanto se trataría de lograr un prisma rectangular de hueso para colocar el implante en donde el volumen se calcularía de la siguiente forma (Figura 51):



$1,3 \times 0,8 \times 0,7$ . Siendo el resultado:  $0,72 \text{ cm}^3$ .

Figura 51. Volumen necesario para la colocación de un implante de 5 x 12 mm.

Se realizó el mismo cálculo para los implantes de 4x10 mm en donde eran necesarios:

- 11 mm de altura.
- 7 mm de anchura mesio-distal.



- 6 mm de anchura vestíbulo palatina.

Siendo el resultado de  $0,46 \text{ cm}^3$ .

Una vez establecidas las dimensiones ideales de hueso que se debían alcanzar para la colocación de estos implantes, se pasó a calcular en la TC si el volumen y la altura de los injertos obtenidos eran los adecuados. Se llevó a cabo de la siguiente manera:

En primer lugar fue necesario seleccionar la futura ubicación de las fijaciones. En el caso de las fijaciones 5x12mm, se seleccionaron 4 cortes transversales en donde se debía colocar el implante. Se escogieron 4 cortes ya que, como se explicó con anterioridad, son necesarios 8 mm de anchura mesio-distal y cada corte tiene un espesor de 2mm. En el caso de los implantes de 4x10, como eran necesarios 7 mm, se seleccionaron 3 cortes y medio.

Una vez seleccionados, sobre la vista panorámica, se marcaron los dos cortes de cada extremo con 2 líneas amarillas, de forma que quedase delimitado el futuro lugar de inserción del implante (Figura 52).

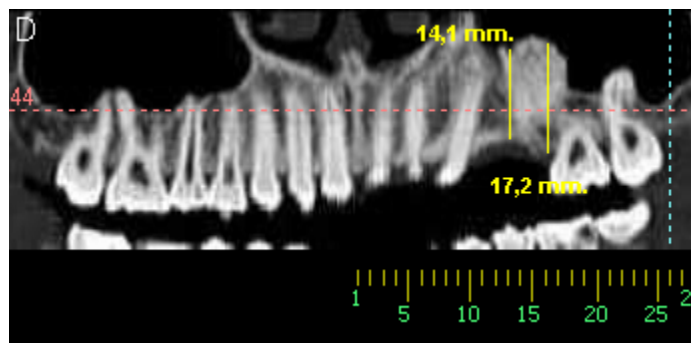


Figura 52. Delimitación del lugar de colocación del implante.

Posteriormente, con la herramienta de calcular volúmenes, se midió el volumen de hueso existente en esa zona concreta.

Se calcularon de forma separada, el volumen de la cresta residual (Vol. CR.) y el volumen del injerto (Vol. Inj.). Finalmente, se sumaron ambos resultados y se halló el volumen del hueso residual en los cortes seleccionados, más el volumen de hueso nuevo

obtenido con las elevaciones de seno en esos mismos 4 cortes (Vol. CR. + Vol. Inj.). Este volumen se denominó volumen conjunto.

Para facilitar la diferenciación entre la cresta residual y el injerto, y así delimitar de forma mas exacta las áreas a estudiar, se utilizó la herramienta de colorímetro (Figura 53). Esta herramienta colorea los cortes del escáner de diferentes tonalidades dependiendo de su densidad ósea. Dado que el hueso alveolar y el injerto no tienen la misma densidad ósea, esta herramienta facilitó su delimitación.

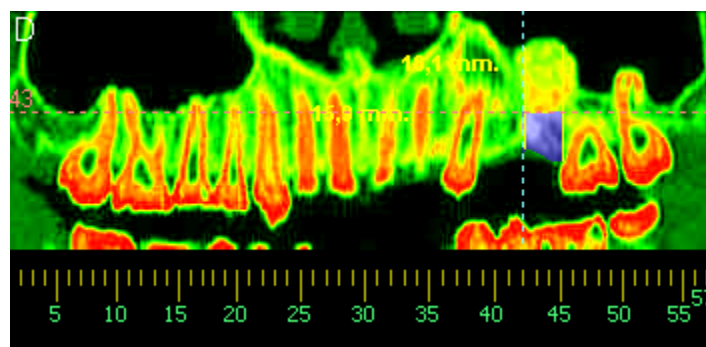


Figura 53. Delimitación de la cresta residual en los 4 cortes donde se había planificado el implante con la ayuda de la herramienta colorímetro.

El área seleccionada en azul en la panorámica, se ve reflejada en la vista de cortes paraaxiales con una línea roja vertical (Figura 54).

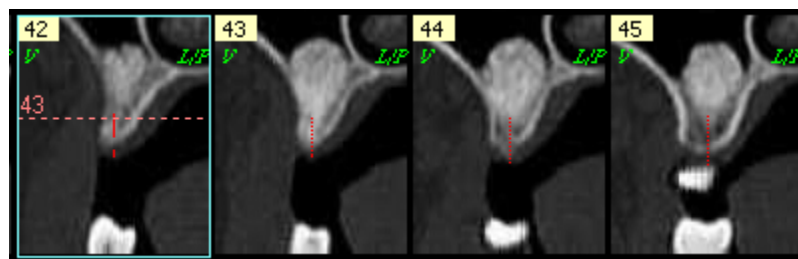


Figura 54. Visualización de la cresta residual marcada con una línea roja.

En la vista de cortes paraaxiales, se trazó el área correspondiente a la cresta residual en esos 4 cortes. De esta forma se obtuvo el volumen de la cresta residual en la futura ubicación del implante (Figura 55). Además del volumen, se calculó la altura de la cresta residual en mm, midiéndola en cada corte y posteriormente haciendo la media aritmética de esos 4 cortes.

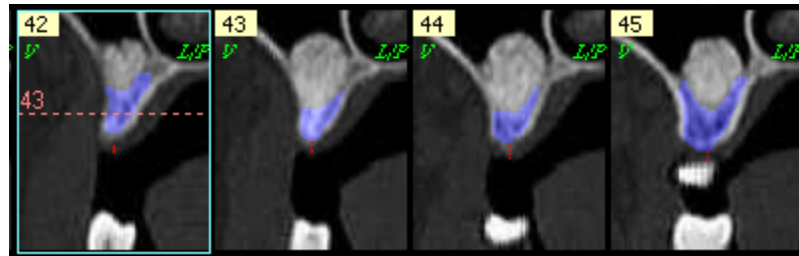
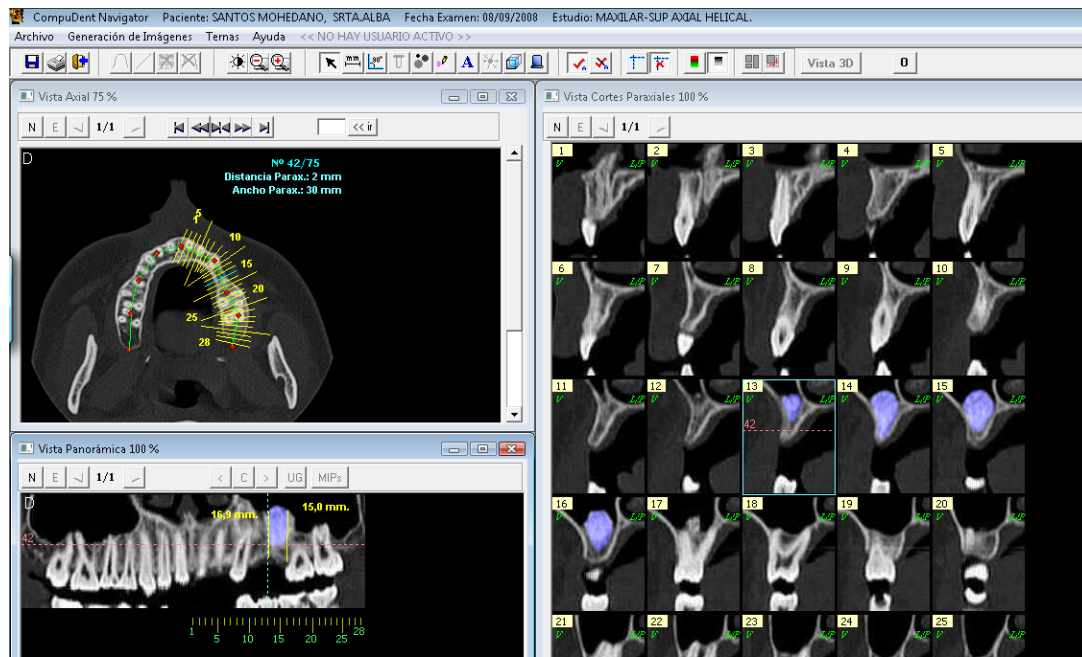
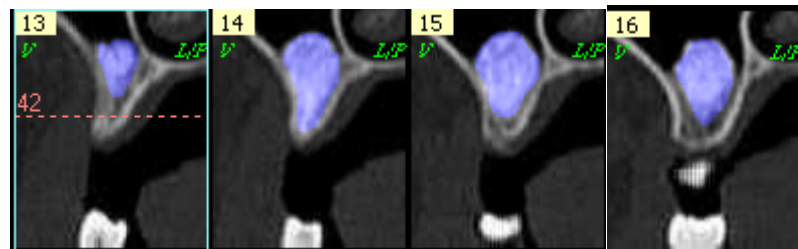
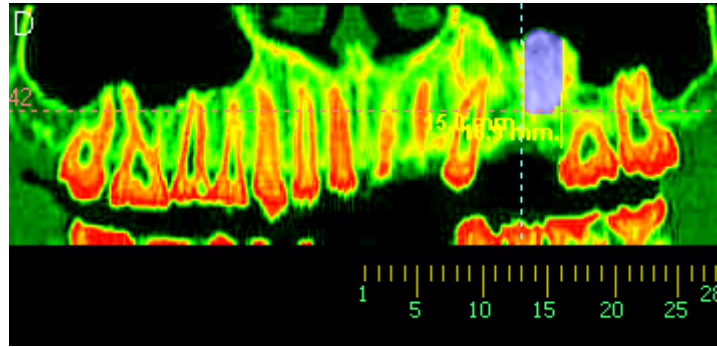


Figura 55. Selección de la cresta residual con la herramienta volumen.

De la misma forma, se trazó el área del injerto en los 4 cortes seleccionados (Figuras 56, 57 y 58) y se obtuvo el valor del volumen del área seleccionada y su altura (Figura 59).





Figuras 56, 57 y 58. Delimitación del injerto en los 4 cortes donde se había planificado la colocación del implante. Selección del injerto con la herramienta volumen.

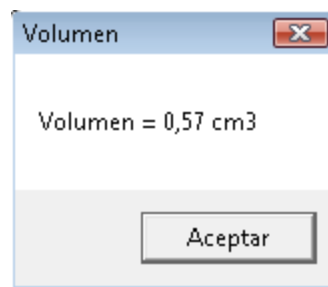


Figura 59. Volumen del injerto.

Como ya se expuso, una vez obtenidos el volumen de la cresta residual y el volumen del injerto, se sumaron ambos resultados y se halló el volumen óseo total en la zona de colocación del implante, denominado volumen conjunto (Vol. CR. + Vol. Inj.).

Se efectuó el mismo cálculo con la altura de la cresta residual y la altura del injerto. Fue necesario comprobar la altura ya que la medida del volumen podía aparentar ser correcta, por ejemplo en el caso de que el paciente tuviese un seno maxilar muy

ancho en sentido vestibulo-palatino y por lo tanto el volumen se alcanzase a expensas de la anchura V-P y no de la altura (Figura 60). De esta forma, se comprobó en cada caso que se cumpliesen ambas condiciones; para colocar una fijación de 4 x 10 mm, el volumen y la altura debían ser iguales o superiores a  $0,46 \text{ cm}^3$  y 11 mm respectivamente y para instalar un implante de 5 x 12 mm, debían ser iguales o alcanzar  $0,72 \text{ cm}^3$  y 13 mm de altura.

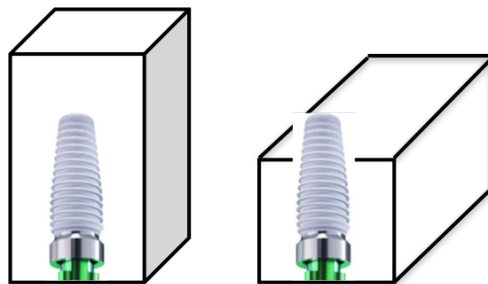
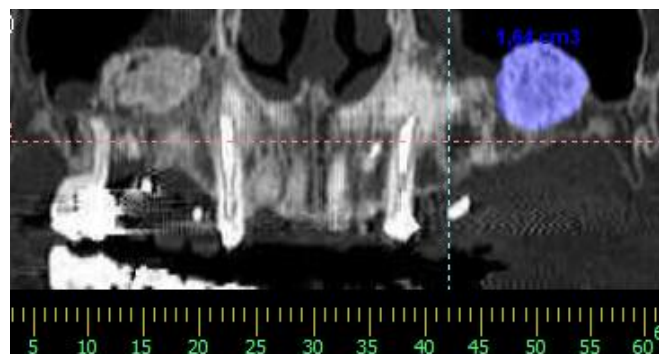
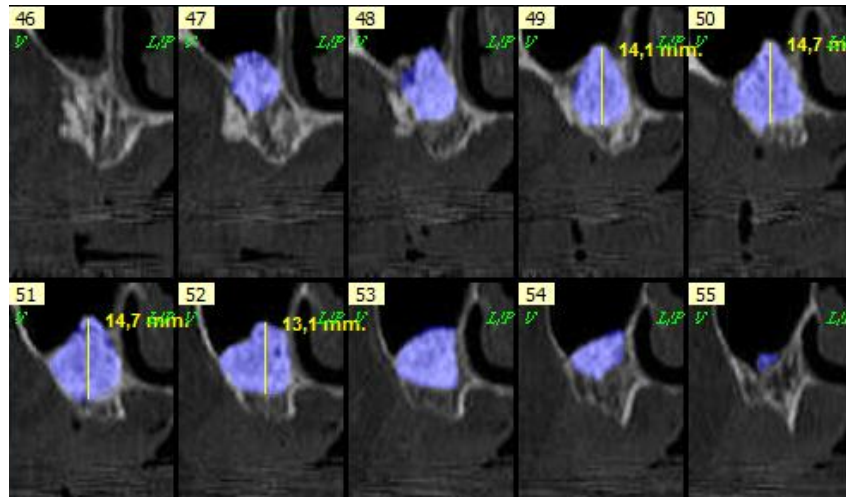


Figura 60. Prismas con mismo volumen pero diferente superficie

Asimismo se midió el volumen total de injerto es decir, el volumen óseo total obtenido con cada elevación de seno maxilar. Se seleccionaron todos los cortes paraaxiales en donde había injerto y se midió su volumen (Figuras 61 y 62).

Con respecto a la altura, se midió también la altura mas alta del injerto, es decir la altura máxima alcanzada con la elevación, sin tener en cuenta la cresta ósea remanente a la hora de realizar la medición. Se seleccionó el corte paraaxial en donde la altura era mayor y se midió en mm (Figura 62).





Figuras 61 y 62. Delimitación de la totalidad del injerto y de su altura máxima.

Todas las mediciones fueron realizadas tres veces por el mismo operador. Posteriormente se halló la media de las tres, con el fin de aumentar la exactitud de los resultados.

### III. 2. 8. Tratamiento estadístico y análisis de los resultados.

El presente trabajo constituye un estudio longitudinal observacional prospectivo, controlado y aleatorizado de seguimiento de una cohorte clínica de pacientes, a los que se les realizaron elevaciones de seno maxilar mediante dos técnicas quirúrgicas diferentes.

Una vez obtenidos todos los datos y realizadas las mediciones oportunas, éstos se registraron en una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel 2007 y el procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico SPSS 15.0. (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA).

En una primera fase, se realizó un análisis descriptivo y una comparación de las características basales entre los grupos de estudio.

Las variables cualitativas se presentaron con su distribución de frecuencias y las variables cuantitativas se resumieron con su media y desviación estándar (DE).

Se evaluó la asociación entre variables cualitativas con el test de Chi-Cuadrado o prueba exacta de Fisher, en el caso de que más de un 25% de los esperados fueran

menores de 5. Este test estadístico se utilizó para comparar las variables sexo, tabaco, lado de las elevaciones y de los implantes así como la ubicación de éstos.

Las comparaciones de medias se realizaron mediante el test paramétrico de la T de Student, previa realización del test de homogeneidad de varianzas de Levene, si éste último demostraba que las variables seguían una distribución normal en los grupos a comparar. Este test estadístico se utilizó para comparar la variable cuantitativa de la edad.

En una segunda parte, se efectuó una comparación de las variables de resultado entre los grupos. Para la comparación de las variables cuantitativas de resultados entre los dos grupos de estudio (volumen de la cresta residual, volumen del injerto, volumen conjunto, altura de la cresta residual, altura del injerto y altura conjunta) se utilizó la prueba paramétrica de T de Student para grupos independientes.

Posteriormente se tomaron dos unidades de estudio. En una primera fase se utilizaron como objeto de análisis los implantes. Se definió como éxito, cuando se obtuvieron el volumen y la altura ósea adecuados para la colocación de implantes de 5x12 o 4x10 mm y fracaso cuando éstos eran insuficientes.

En una segunda parte, se tomaron las elevaciones de seno como unidad de estudio y por lo tanto se consideró éxito, si se obtuvo el volumen óseo suficiente para la colocación de todos los implantes previstos y se consideró fracaso, cuando al menos uno de los implantes previstos, no pudo ser colocado.

Para evaluar la incidencia de éxito entre ambos grupos de estudio se empleó el test de Chi-Cuadrado o prueba exacta de Fisher. Para cuantificar la asociación entre ambos grupos de estudio para el éxito en la técnica, se estimó el riesgo relativo (RR) junto a su intervalo de confianza al 95% (IC 95%). Esta medida de asociación relativa, es una razón que se usó para comparar la incidencia de éxito de una de las técnicas con respecto a la otra tomando una como referencia.

Para todas las pruebas se aceptó un valor de significación del 5%.

## **V. RESULTADOS**



## **V. 1. DESCRIPCIÓN DE LA SERIE Y COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENTRE GRUPOS**

### **V. 1. 1. PACIENTES**

En el presente trabajo se realizaron 66 elevaciones de seno maxilar, 33 se efectuaron mediante la técnica de catéter-globo y 33 con la técnica tradicional de abordaje lateral.

Estas 66 elevaciones de seno maxilar se realizaron sobre 61 pacientes, siendo su distribución la siguiente:

- 33 elevaciones con técnica de globo sobre 33 pacientes.
- 33 elevaciones tradicionales sobre 28 pacientes. Esto se debe, a que en el grupo de las elevaciones tradicionales, se efectuaron elevaciones de seno bilaterales en 5 pacientes (Figura 63).

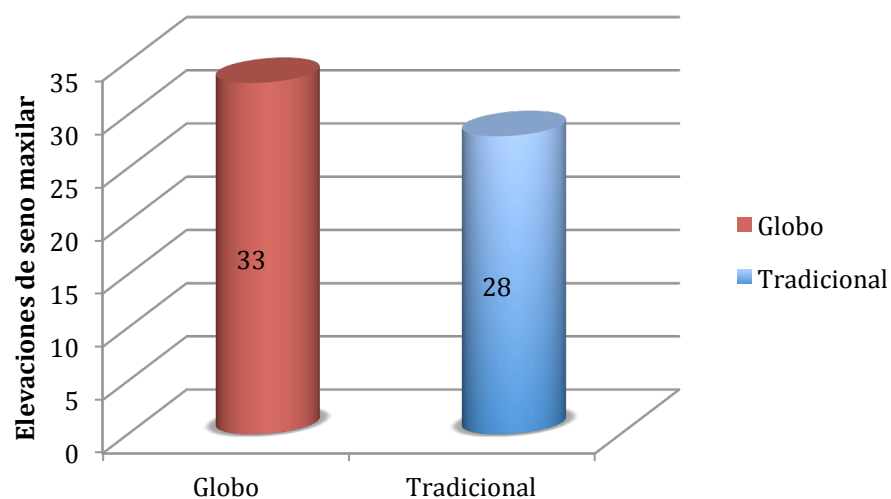


Figura 63. Distribución del número de pacientes en ambos grupos.

### V. 1. 2. SEXO

De los 61 pacientes intervenidos, 25 fueron hombres ( 41%) y 36 fueron mujeres (59%) (Figura 64).

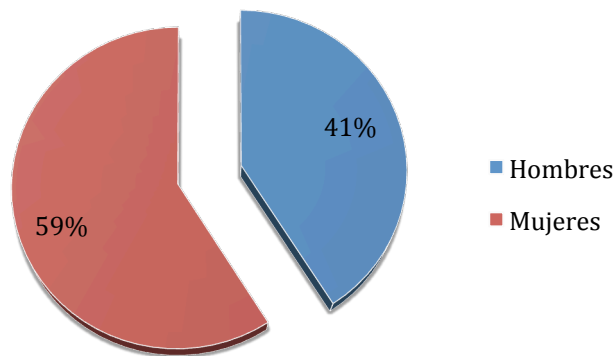


Figura 64. Distribución por sexo del total de la muestra.

Teniendo en cuenta la distribución por grupos, en el grupo del globo, fueron intervenidos 11 hombres (33,3%) frente a 22 mujeres (66,7%) y en el grupo tradicional, 14 hombres (50%) frente a 14 mujeres (50%) (Figura 65). La prueba de Chi-Cuadrado mostró que la distribución por sexo fue homogénea entre ambos grupos ( $p=0,187$ ).

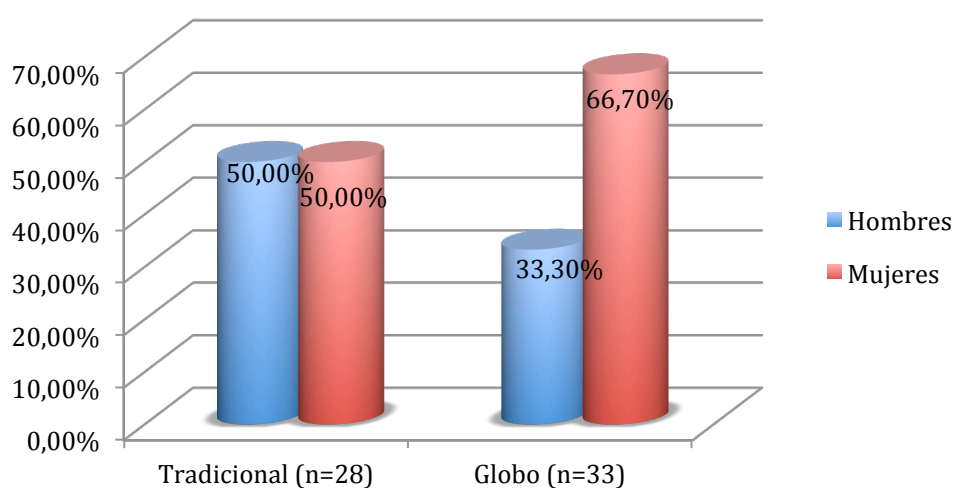


Figura 65. Distribución por sexo en ambos grupos.

### V. 1. 3. EDAD

En cuanto a la edad de los pacientes, la edad media fue de 50,9 años ( $\pm$ DE 10,00) con un rango comprendido entre los 22 y los 66 años. La edad media de las mujeres fue de 49,5 años ( $\pm$ DE 11,42) y entre los hombres de 52,4 años ( $\pm$ DE 7,38) con unos rangos de edad comprendidos entre 65 y 22 y 66 y 38 años respectivamente (Figura 66) .

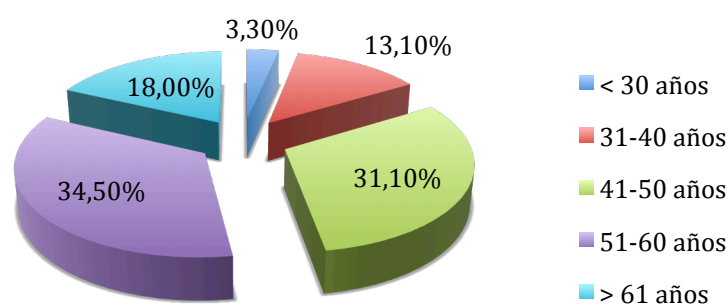


Figura 66. Distribución de los pacientes por rangos de edad.

Distribuyéndolo por grupos, la edad media dentro del grupo del globo, fue de 48,7 años ( $\pm$ DE 10,22) con un rango comprendido entre los 66 y 22 años y en el grupo tradicional de 53,1 años ( $\pm$ DE 9,36) , con un rango comprendido entre los 65 y 34 años (Figura 67). La prueba T de Student reveló que la distribución por edad fue homogénea entre ambos grupos ( $p=0,88$ ).

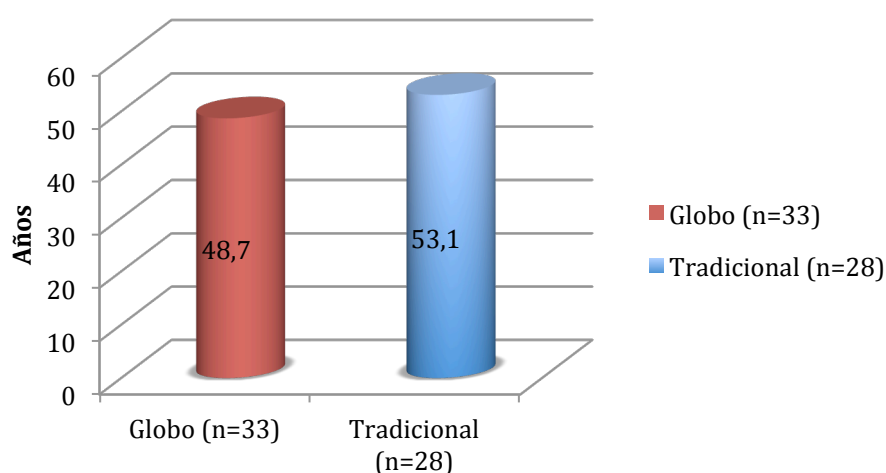


Figura 67. Distribución por edad en ambos grupos.

#### V. 1. 4. TABACO

Se registró el consumo de tabaco en cada uno de los pacientes. Del total de la muestra, 16 (26%) pacientes eran fumadores y 45 (73,8) no fumadores.

Teniendo en cuenta la distribución por grupos, en el grupo del globo, 9 pacientes consumían tabaco (27,3%) frente a 24 que no lo hacían (72,7%) y en el grupo tradicional, 7 pacientes eran fumadores (25%) frente a 21 (75%) que no lo eran (Figura 68). Tras realizar la prueba de Chi-Cuadrado se observó que la distribución en cuanto al consumo de tabaco fue homogénea entre ambos grupos ( $p=0,84$ ).

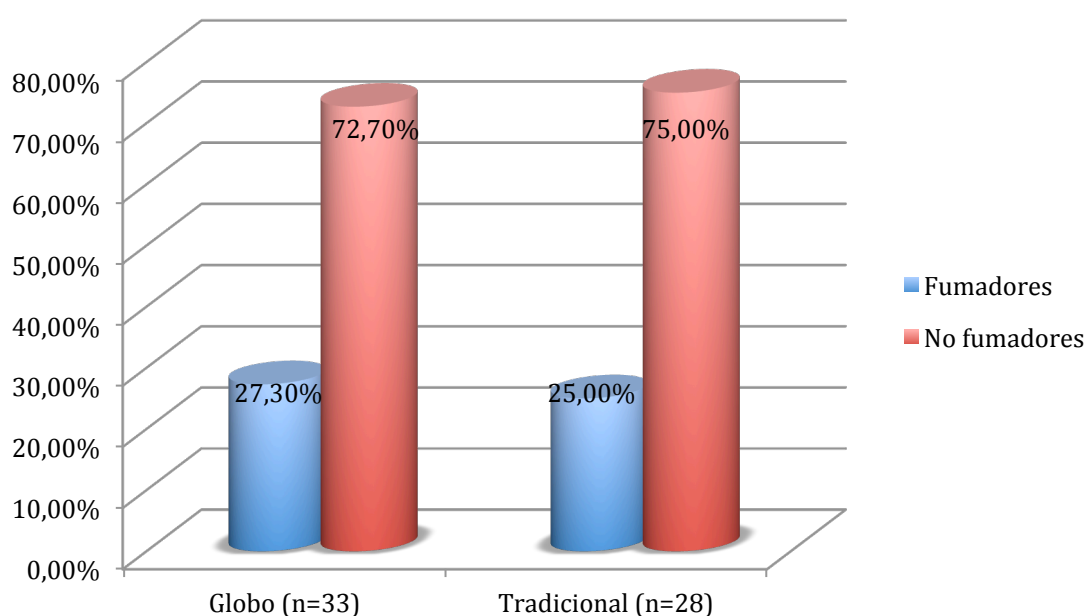


Figura 68. Distribución en función del consumo de tabaco en ambos grupos.

### V. 1. 5. LADO

Se valoró el lado donde fueron realizadas las elevaciones de seno maxilar. De las 66 intervenciones, 34 (51,5%) se efectuaron en el lado derecho y 32 (48,5%) en el lado izquierdo.

Según la distribución por grupos, en la técnica del globo, 18 elevaciones de seno maxilar se realizaron en el lado derecho (54,5%) y 15 en el lado izquierdo (45,5%) mientras que en el grupo tradicional, 16 (48,5%) se efectuaron en el lado derecho y 17 (51,5%) en el lado izquierdo (Figura 69). La prueba de Chi-Cuadrado mostró que la distribución en relación al lado de las elevaciones de seno fue homogénea entre los dos grupos ( $p=0,54$ ).

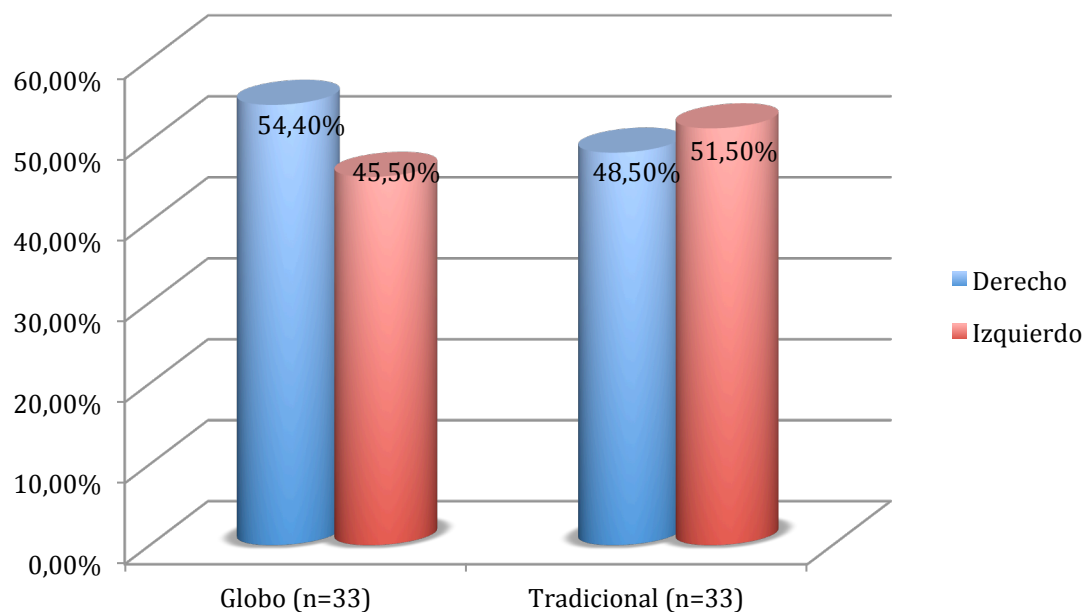


Figura 69. Distribución de lado de las elevaciones de seno maxilar en ambos grupos.

## **V. 2. ESTADÍSTICA ANALÍTICA**

Para facilitar la comprensión de los resultados, en un primer apartado se consideró como unidad de estudio el número de implantes, mientras que en una segunda parte lo fueron las elevaciones de seno maxilar.

### **V. 2. 1. IMPLANTES**

En este apartado se consideró como muestra a analizar, el número de implantes. Se estudiaron diferentes variables que se dividieron como se expone a continuación:

V. 2. 1. a. Número de implantes.

V. 2. 1. b. Lado de colocación de los implantes.

V. 2. 1. c. Ubicación de los implantes.

V. 2. 1. d. Volumen en el lugar de colocación de los implantes.

V. 2. 1. d. 1. Volumen de la cresta residual.

V. 2. 1. d. 2. Volumen del injerto.

V. 2. 1. d. 3. Volumen de la cresta residual + volumen del injerto: volumen conjunto.

V. 2. 1. e. Altura en el lugar de colocación de los implantes.

V. 2. 1. e. 1. Altura de la cresta residual.

V. 2. 1. e. 2. Altura del injerto.

V. 2. 1. e. 3. Altura de la cresta residual+ altura del injerto: altura conjunta.

V. 2. 1. f. Volumen final en el lugar de colocación de los implantes: éxito/fracaso del volumen final.

**V. 2. 1. a. Número de implantes**

En este apartado, los implantes fueron la unidad de estudio y por lo tanto el tamaño muestral fue de 133 fijaciones. 65 implantes fueron planificados en las elevaciones realizadas con la técnica de globo, y 68 en la técnica tradicional (Figura 70).

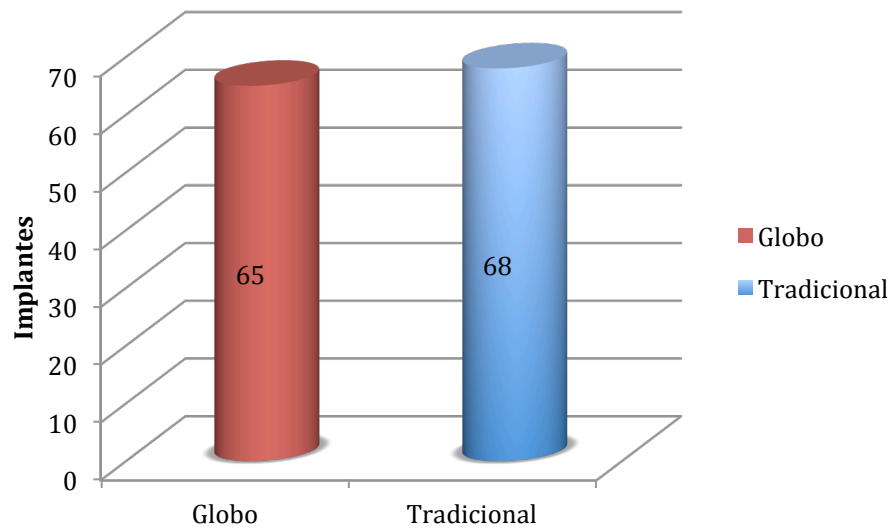


Figura 70. Número de implantes en ambos grupos.

### V. 2. 1. b. Lado de colocación de los implantes

De estos 133 implantes, 68 (51%) fueron planificados en el lado derecho y 65 (48,9%) en el lado izquierdo.

Distribuyéndolos por grupos, en el grupo del globo, 35 (53,8%) fijaciones fueron planificadas en el lado derecho y 30 (46,2%) en el lado izquierdo, mientras que en el grupo tradicional, 33 ( 48,5%) se planificaron el lado derecho y 35 ( 51,5%) en el lado izquierdo (Figura 71). La prueba de Chi-Cuadrado mostró que la distribución en relación al lado de colocación de los implantes fue homogénea entre ambos grupos ( $p=0,54$ ).

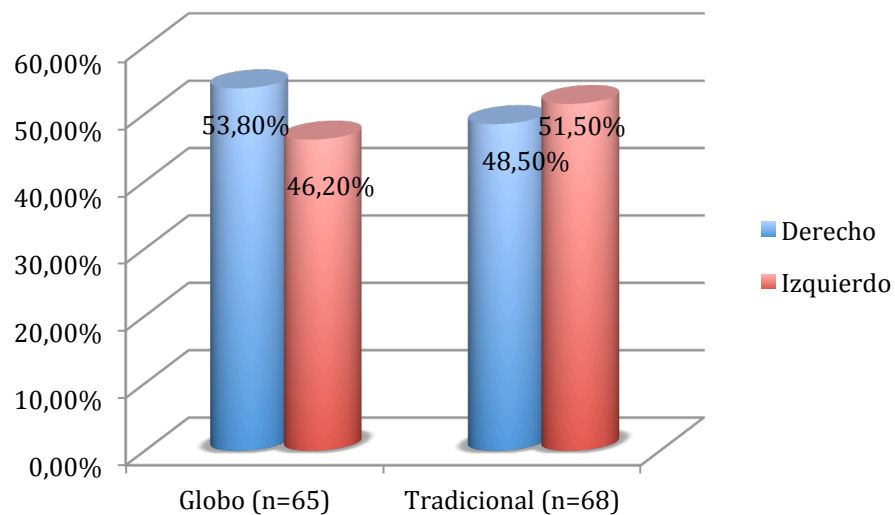


Figura 71. Lado de colocación de los implantes en ambos grupos.



### V. 2. 1. c. Ubicación de los implantes

Con respecto al lugar de colocación de los implantes previstos, 63 fijaciones (47,4%) se planificaron para reponer primeros molares superiores, 31 (23,3%) para restituir segundos molares superiores y 39 (29,3%) para reemplazar segundos premolares superiores (Figura 72).

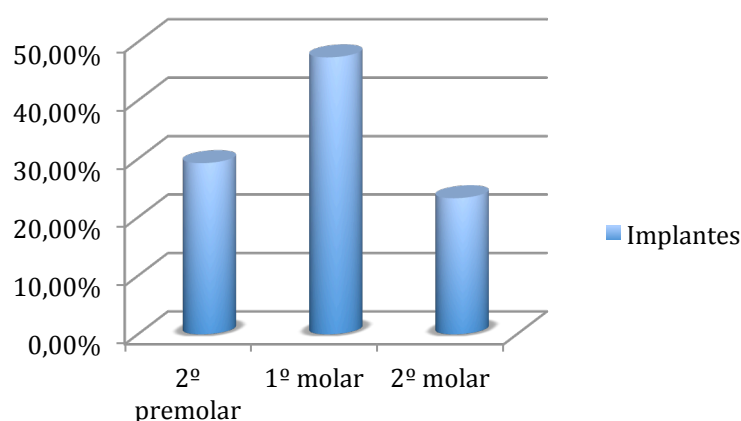


Figura 72. Ubicación de los implantes.

En cuanto a la distribución por grupos, se obtuvieron los siguientes datos (tabla 6):

	Grupo globo	Grupo tradicional
<b>2 PM</b>	18 implantes (27,7%)	21 implantes (30,9%)
<b>1 Molar</b>	31 implantes (47,7%)	32 implantes (47,1%)
<b>2 Molar</b>	16 implantes (24,6%)	15 implantes (22,1%)

Tabla 6. Ubicación de los implantes en ambos grupos.

Tras realizar la prueba de Chi-Cuadrado, se observó que la distribución según el tipo de diente a reemplazar fue homogénea entre ambos grupos ( $p=0,90$ ).

### V. 2. 1. d. Volumen en el lugar de colocación de los implantes.

Como ya se explicó en el apartado de material y método, una vez delimitada la ubicación del implante, se calculó el volumen de hueso existente en esa zona concreta.

Se midió de forma separada el volumen de la cresta residual (Vol. CR.) y el volumen del injerto (Vol. Inj.), sumándose finalmente estos dos valores con el fin de hallar el volumen conjunto.

#### V. 2. 1. d. 1 Volumen de la cresta residual

Con respecto al volumen de la cresta ósea remanente, la media encontrada fue la misma en ambos grupos, siendo ésta de  $0,26 \text{ cm}^3$  ( $\pm \text{DE } 0,86$  grupo globo y  $\pm \text{DE } 0,97$  grupo tradicional) con un rango comprendido entre  $0,1$  y  $0,45 \text{ cm}^3$  para el grupo del globo y de  $0,1$  y  $0,46 \text{ cm}^3$  para el grupo tradicional.

Al comparar ambas medias, la prueba T de Student para muestras independientes no mostró diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ( $p=0,88$ ).

Mediante la gráfica de dispersión que se expone a continuación, se puede observar el valor del volumen de cresta residual en cada uno de los implantes planificados con las dos técnicas de elevación de seno maxilar (Figura 73).

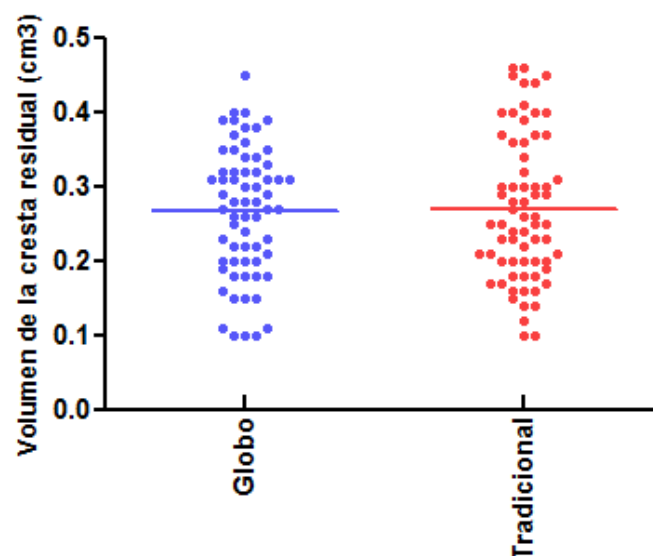


Figura 73. Volumen de la cresta residual en ambos grupos.

### V. 2. 1. d. 2 Volumen del injerto

En cuanto al volumen de injerto óseo obtenido, se encontró que la media en el grupo del globo fue de  $0,55 \text{ cm}^3$  ( $\pm \text{DE } 0,24$ ), con un rango comprendido entre 0 y  $0,86 \text{ cm}^3$  y en el grupo tradicional de  $0,76 \text{ cm}^3$  ( $\pm \text{DE } 0,19$ ), con un rango comprendido entre  $0,33$  y  $1,24 \text{ cm}^3$ .

La prueba T de Student para muestra independientes, permitió detectar que al contrastar ambas técnicas, el volumen medio de injerto fue mayor en la técnica tradicional, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ).

Como en el apartado anterior, la figura 74 representa el volumen de injerto ganado en cada de uno de los implantes planificados en ambas técnicas

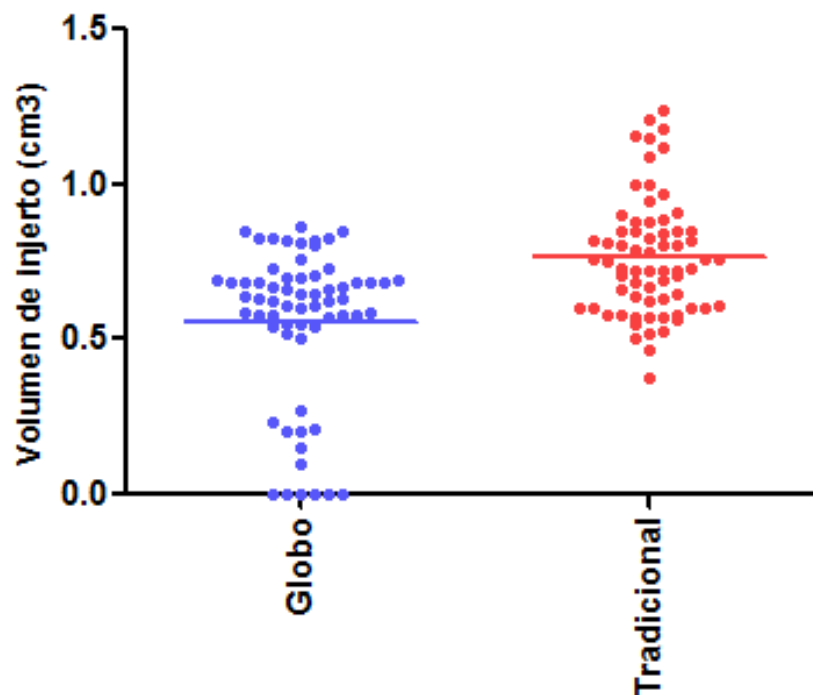


Figura 74. Volumen del injerto en ambos grupos.

### V. 2. 1. d. 3 Volumen de la cresta residual + volumen del injerto: volumen conjunto

El volumen de la cresta residual sumado al volumen del injerto, corresponde al volumen óseo en donde va a ir ubicado el implante, denominándose volumen conjunto.

La media encontrada en el grupo del globo, fue de  $0,81 \text{ cm}^3$  ( $\pm \text{DE } 0,27$ ) con un rango comprendido entre  $0,1$  y  $1,17 \text{ cm}^3$  y en el grupo tradicional, de  $1,03 \text{ cm}^3$  ( $\pm \text{DE } 0,22$ ) con un rango comprendido entre  $0,43$  y  $1,67 \text{ cm}^3$ .

En los resultados, se apreció que en el grupo tradicional esta variable presentó valores superiores y al comparar dichas medias con la prueba de T de Student para muestras independientes, se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ). La siguiente figura corresponde al volumen conjunto obtenido en cada de uno de los implantes programados (Figura 75).

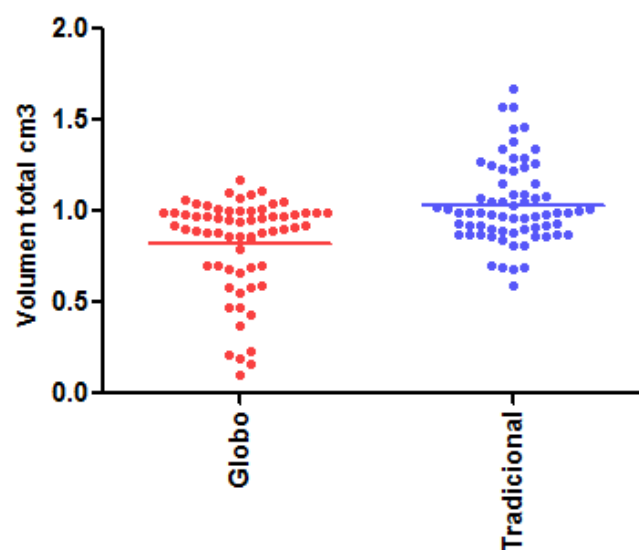


Figura 75. Volumen conjunto en ambos grupos.

### V. 2. 1. e. Altura en el lugar de colocación de los implantes.

De la misma forma que se realizó con el volumen, se observó la altura ósea existente en la zona donde iban a ir ubicados los implantes.

Una vez delimitada la localización del implante, se calculó la altura ósea existente en esa zona concreta. Se midió de forma separada la altura de la cresta residual (Alt. CR.) y la altura del injerto (Alt. Inj.), sumándose finalmente estos dos valores con el fin de hallar la altura conjunta.

#### V. 2. 1. e. 1 Altura de la cresta residual

La media de la altura de la cresta ósea remanente fue la misma en ambos grupos, siendo ésta de 3,3 mm ( $\pm$ DE 0,90 grupo globo y  $\pm$ DE 0,93 grupo tradicional) con un rango comprendido entre 1,3 y 4,8 mm.

Mediante la aplicación de la prueba T de Student para comparar ambas medias, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en los dos grupos ( $p=0,9$ ).

En la gráfica de dispersión que se expone a continuación, se puede observar la altura de la cresta residual en cada uno de los implantes planificados en ambas técnicas (Figura 76).

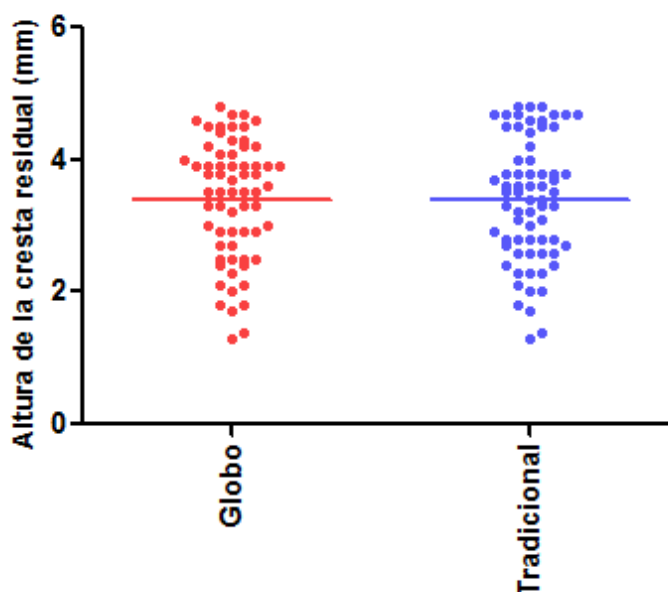


Figura 76. Altura de la cresta residual en ambos grupos.

### V. 2. 1. e. 2 Altura del injerto

Con esta variable se realizó el mismo análisis que en el aparatado anterior. La media de la altura del injerto en el grupo del globo, fue de 8,6 mm ( $\pm$ DE 3,9) con un rango comprendido entre 0 y 13,5 mm y en el grupo tradicional, de 10,8 mm ( $\pm$ DE 1,7) con un rango comprendido entre 4,8 y 15,7 mm.

Los resultados estadísticos proporcionados por la prueba T de Student para muestras independientes, indicaron que las diferencias entre ambas median fueron estadísticamente significativas, siendo los valores en la técnica tradicional superiores. ( $p < 0,01$ ).

En la siguiente figura se puede observar la altura del injerto, en cada uno de los implantes planificados en ambas técnicas (Figura 77).

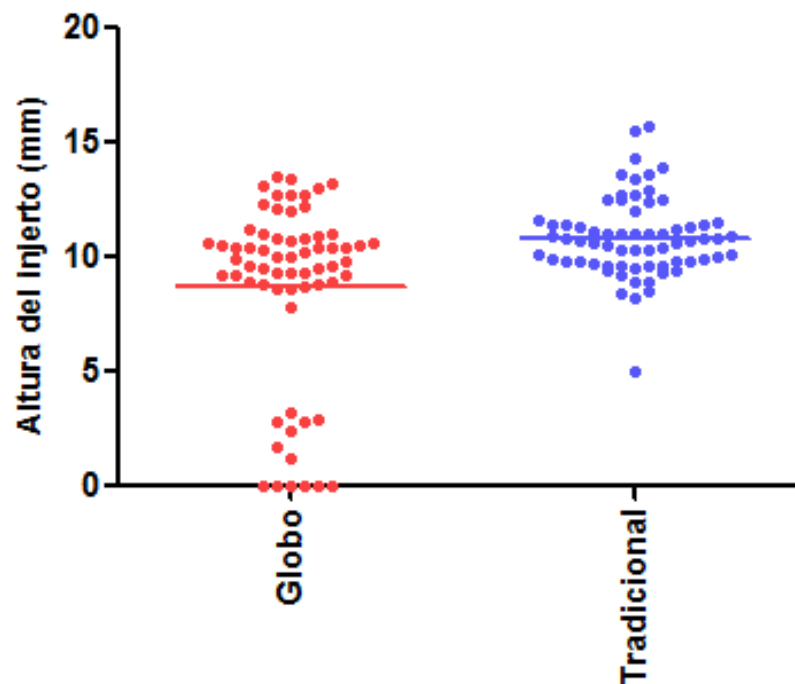


Figura 77. Altura del injerto en ambos grupos.

### V. 2. 1. e. 3 Altura de la cresta residual + altura del injerto: altura conjunta

La altura de la cresta residual sumada a la altura del injerto, corresponde a la altura ósea en donde va a ir ubicado el implante, denominándose altura conjunta.

La media encontrada en el grupo del globo, fue de 11,9 mm ( $\pm$ DE 4,0) con un rango comprendido entre 2,5 y 17 mm y en el grupo tradicional, de 14,2 mm ( $\pm$ DE 1,9) con un rango comprendido entre 6,3 y 20,2 mm.

En los resultados, se apreció que en el grupo tradicional esta variable presentó valores superiores y al comparar dichas medias con la prueba de T de Student, se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ).

La siguiente figura, corresponde a la altura conjunta obtenida en cada de unos de los implantes programados (Figura 78).

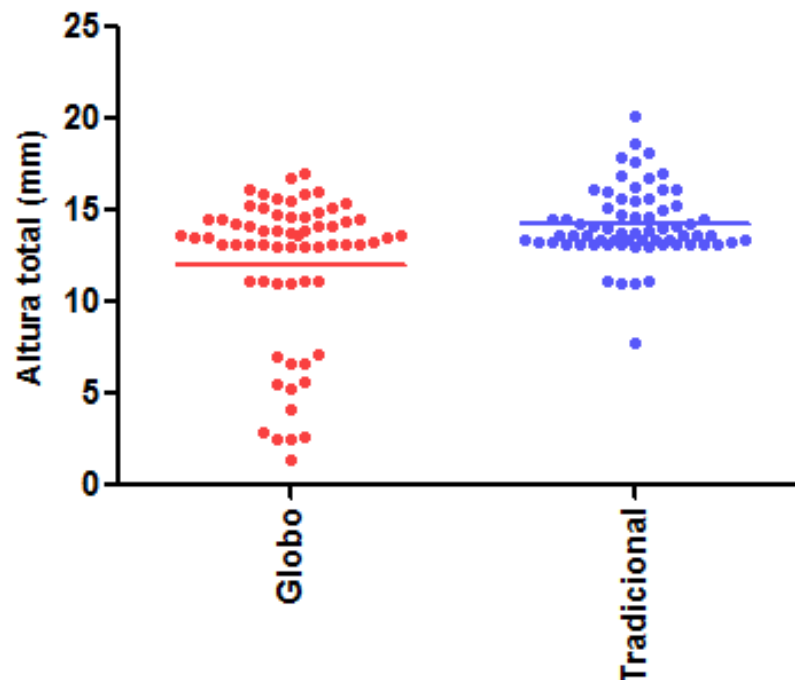


Figura 78. Altura conjunta en ambos grupos.

### V. 2. 1. f. Volumen final en el lugar de colocación de los implantes: éxito/fracaso del volumen final.

Como se explicó en el apartado de material y método, se estimó un volumen óseo necesario para la colocación de los implantes, siendo éste de  $0,72 \text{ cm}^3$  para fijaciones de  $5 \times 12 \text{ mm}$  y de  $0,46 \text{ cm}^3$  para las de  $4 \times 10 \text{ mm}$ . Tal y como se puede observar en la figura que se muestra a continuación, este volumen implica alcanzar una altura de  $13 \text{ mm}$  para los implantes de  $5 \times 12 \text{ mm}$  y de  $11 \text{ mm}$  para las fijaciones de  $4 \times 10 \text{ mm}$  (Figura 79).

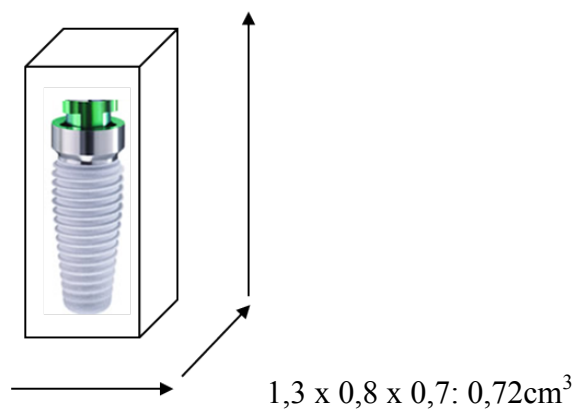


Figura 79. Volumen óseo necesario para la colocación de un implante de  $5 \times 12 \text{ mm}$ .

Consideramos necesario que se cumpliesen los valores tanto de la altura como del volumen óseo, ya que el mismo, podía aparentar ser correcto sin presentar la altura adecuada (Figura 80).

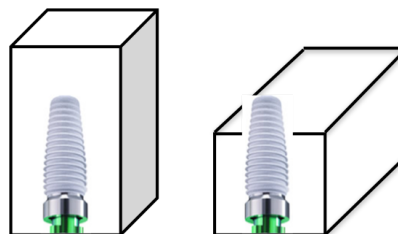


Figura 80. Prismas con mismo volumen pero diferente superficie.



Denominamos volumen final (Vol. F.), a la asociación del volumen conjunto (Vol. CR. + Vol. Inj.) y de la altura conjunta (Alt. CR. + Alt. Inj.). De esta forma, se consideró el volumen final como éxito, cuando ambas variables fueron iguales o superaron los valores establecidos para permitir la colocación de los implantes que se habían planificado. Por lo tanto, para colocar una fijación de 4 x 10 mm, el volumen y la altura debían ser iguales o superiores a  $0,46 \text{ cm}^3$  y 11 mm respectivamente y para instalar un implante de 5 x 12 mm, debían ser iguales o alcanzar  $0,72 \text{ cm}^3$  y 13 mm de altura. Para ello, se comprobó en cada caso que se cumpliesen ambas condiciones, encontrando que en todos los lugares donde se había alcanzado el volumen, también se consiguió la altura deseada.

En las figuras que se muestran a continuación, se pueden apreciar el volumen conjunto, la altura conjunta y una línea azul que concierne el volumen y la altura ideal para permitir la colocación de implantes de 4 x 10 mm ( $0,61 \text{ cm}^3$  y 11 mm de altura respectivamente). De esta forma, se puede observar en cuantos de los casos se consiguieron los valores precisos para la colocación de las fijaciones (Figuras 81 y 82).

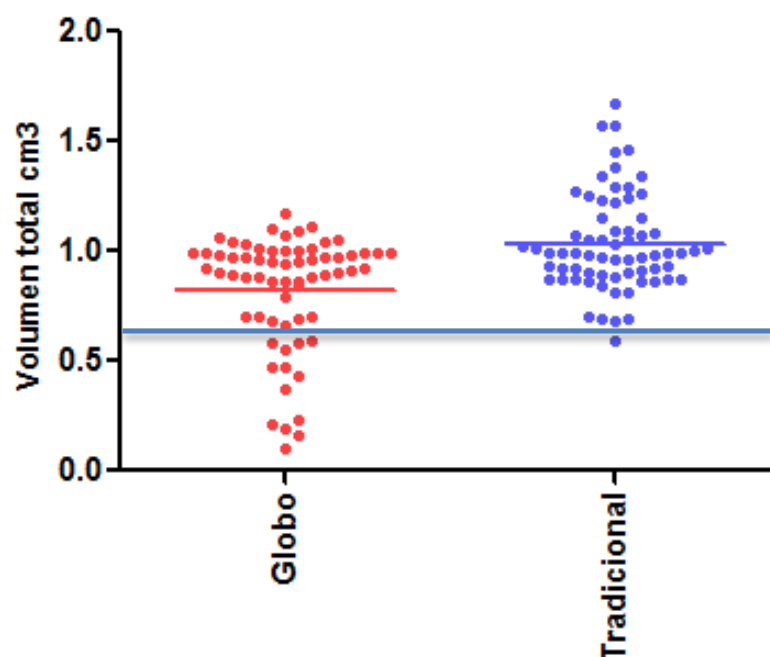


Figura 81. Volumen conjunto en ambos grupos. La línea azul corresponde a los  $0,61 \text{ cm}^3$  necesarios para la colocación de un implante de 4 x 10 mm.

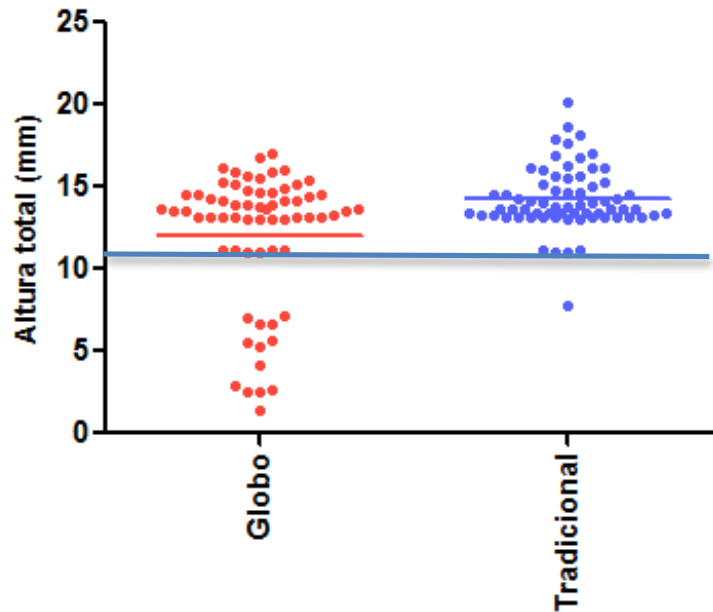


Figura 82. Altura conjunta en ambos grupos. La línea azul corresponde a los 11 mm necesarios para la colocación de un implante de 4 x 10 mm.

Para facilitar la comprensión de los resultados, esta variable se llamó ÉXITO del volumen final, cuando se alcanzaron el volumen y la altura ósea adecuados para la colocación del implante que se había planificado y fracaso del volumen final, cuando no se alcanzaron dichos valores.

Como se puede observar en las figuras anteriores (figuras 81 y 82), dentro del grupo tradicional, de los 68 implantes planificados, se obtuvo el volumen final adecuado para la colocación de 67 fijaciones (98,5% = éxito Vol. F.) y por lo tanto solo en un caso (1,5% = fracaso Vol. F.), no se alcanzó el volumen deseado.

Sin embargo, en el grupo del globo, de los 65 implantes planificados, se obtuvo el volumen final adecuado para insertar 52 fijaciones (80% = éxito Vol. F.) mientras que en 13 casos (20% = fracaso Vol. F.) el volumen fue insuficiente.

Al comparar ambos porcentajes de éxito, aplicando la prueba de Chi-Cuadrado, se observó que las distribuciones presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,01$ ).

En la siguiente figura, se puede observar el porcentaje de éxito y fracaso del volumen final en relación al número de implantes planificados (Figura 83).

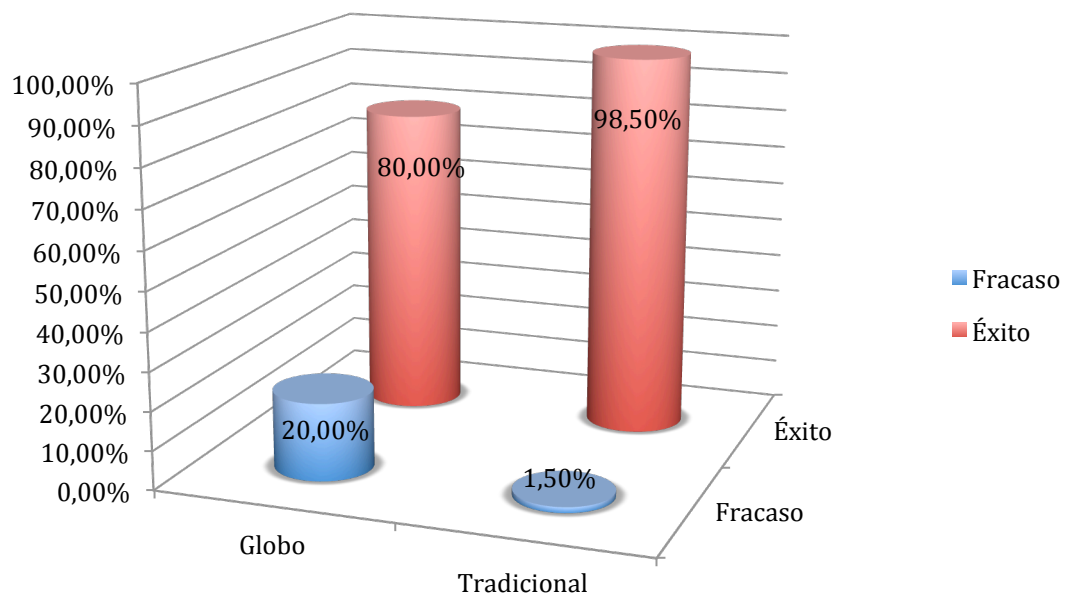


Figura 83. Porcentaje de éxito y fracaso del volumen final en relación al número de implantes planificados.

Se estimó la medida de efecto del éxito en la colocación de los implantes entre ambas técnicas mediante el cálculo del riesgo relativo (RR), tomando como referencia la técnica de globo. Los implantes planificados con la técnica tradicional presentaron una incidencia de éxito 1,2 veces superior, en relación a la de globo (RR:1,2; IC95%:1,0-1,3).

Como ya se explicó, en relación al tamaño de las fijaciones, se programó la colocación de implantes de 5 x 12 mm y de 4 x 10 mm. En el grupo tradicional, de los 67 implantes que se pudieron colocar, 4 fijaciones ( 6%) fueron de 4 x 10 mm y 63 de 5 x 12 mm (94%). En el grupo del globo, de las 52 fijaciones que se pudieron colocar, 6 fueron de 4 x 10 mm (11,5%) y las 46 restantes de 5 x 12 mm (88,5%).

Para realizar un análisis más exhaustivo en cuanto al índice de éxito y de fracaso del volumen final, es decir, de la posibilidad de colocar o no las fijaciones, se estratificaron los resultados, en función del número de implantes previstos en cada elevación sinusal.

En relación a los implantes programados, dependiendo del caso, se planificó la colocación de 1, 2 o 3 fijaciones en cada elevación de seno maxilar, obteniendo los siguientes resultados (Figura 84):

- 1 implante previsto: 12 elevaciones de seno (18,2%).
- 2 implantes previstos: 41 elevaciones de seno (62,1%).
- 3 implantes previstos: 13 elevaciones de seno (19,7%).

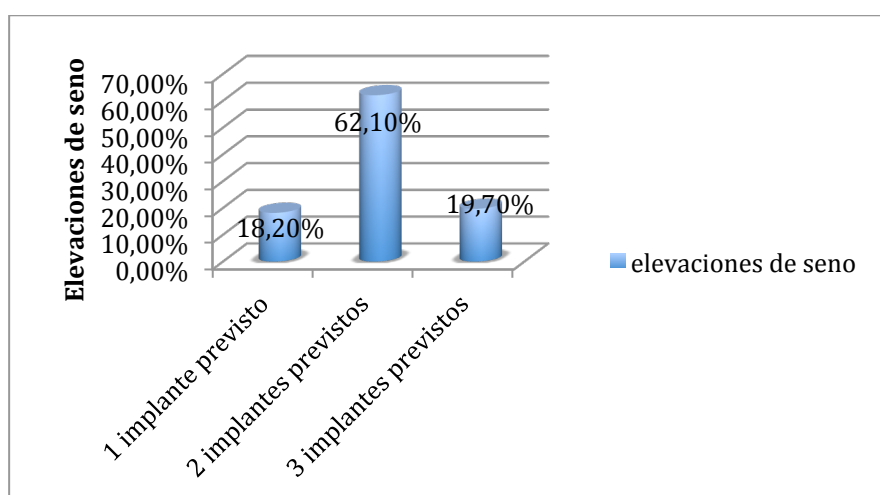


Figura 84. Número de implantes previsto en cada elevación de seno maxilar.

Teniendo en cuenta la distribución por grupos los datos fueron los siguientes (tabla 7):

	Grupo globo	Grupo tradicional
<b>1 implante previsto</b>	7 elevaciones (21,2%)	5 elevaciones (15,2%)
<b>2 implantes previstos</b>	20 elevaciones (60,6%)	21 elevaciones (63,6%)
<b>3 implantes previstos</b>	6 elevaciones (18,2%)	7 elevaciones (21,2%)

Tabla 7. Implantes previstos en cada elevación de seno maxilar en ambos grupos.

Con respecto a los implantes colocados, se encontraron los siguientes resultados:

- Distribución de los implantes: 1 implante planificado

En el grupo del globo se planificó la colocación de 7 implantes unitarios. Finalmente se pudieron colocar 6 fijaciones (éxito Vol. F. para 1 implante planificado = 85,7%) y por lo tanto sólo en un caso, el volumen óseo fue insuficiente para la inserción del implante (fracaso Vol. F. para 1 implante planificado = 14,3%).

En el grupo tradicional se planificó la colocación de 5 implantes unitarios, pudiéndose colocar tras las elevaciones de seno 4 fijaciones (éxito Vol. F. para 1 implante planificado = 80%), siendo imposible la colocación de 1 implante (fracaso Vol. F. para 1 implante planificado = 20%) (Tablas 8, 9 y figura 85).

- Distribución de los implantes: 2 implantes planificados.

En el grupo del globo, se programó la colocación de 40 implantes distribuidos de dos en dos, en cada elevación de seno maxilar. De estos 40 implantes planificados, se pudieron colocar 34 fijaciones (éxito Vol. F. para 2 implantes planificados = 85%) y en los otros 6 casos, el volumen óseo no fue suficiente para la instalación de las mismas (fracaso Vol. F. para 2 implantes planificados = 15%).

Como se puede observar en la tabla 9, en 3 elevaciones de seno en donde se había planificado la colocación de 2 implantes, finalmente no se obtuvo hueso suficiente para colocar ninguna fijación.

Sin embargo en el grupo tradicional se planificaron 42 implantes, pudiéndose colocar tras las elevaciones de seno, la totalidad de las fijaciones programadas (éxito Vol. F. para 2 implantes planificados = 100%) (Tablas 8, 9 y figura 85).

- Distribución de los implantes: 3 implantes planificados

En el grupo del globo, se programó la colocación de 18 implantes distribuidos de 3 en 3 en cada elevación de seno maxilar. Tras realizar las técnicas de aumento, se pudieron colocar 12 fijaciones (éxito Vol. F. para 3 implantes planificados = 66,7%), siendo por tanto imposible la colocación de 6 implantes (fracaso Vol. F. para 3 implantes planificados = 33,3%).

Como se puede observar en la tabla 9, estos 6 implantes no pudieron ser colocados ya que en las 6 elevaciones de seno en donde estaban planificados, no se obtuvo el volumen óseo suficiente para la colocación de las 3 fijaciones programadas, obteniéndose únicamente volumen óseo suficiente para colocar 2 implantes.

Sin embargo, en el grupo tradicional, de los 21 implantes planificados, finalmente fue posible la colocación de todas las fijaciones (éxito Vol. F. para 3 implantes planificados = 100%) (Tablas 8, 9 y figura 85).

Distribución de los implantes		Implantes planificados	Fracaso Volumen Final.	Éxito Volumen Final
1 implante previsto	Tradicional	5	1 (20%)	4 (80%)
	Globo	7	1 (14,3%)	6 (85,7%)
2 implantes previstos	Tradicional	42	0 (0%)	42 (100%)
	Globo	40	6 (15%)	34 (85%)
3 implantes previstos	Tradicional	21	0 (0%)	21 (100%)
	Globo	18	6 (33,3%)	12 (66,7%)

Tabla 8. Incidencia de éxito y de fracaso del volumen final en función del número de implantes previstos.

Distribución de los implantes			Elevaciones de seno	
			Globo	Tradicional
1 implante previsto	Implantes colocados		1 (14,3%)	1 (20%)
			6 (85,7%)	4 (80%)
2 implantes previstos	Implantes colocados		3 (15,0%)	0 (0%)
			17 (85%)	21 (100%)
3 implantes previstos	Implantes colocados		6 (100%)	0(0%)
			0 (0%)	7 (100%)

Tabla 9. Implantes previstos y colocados en ambos grupos en cada elevación de seno maxilar.

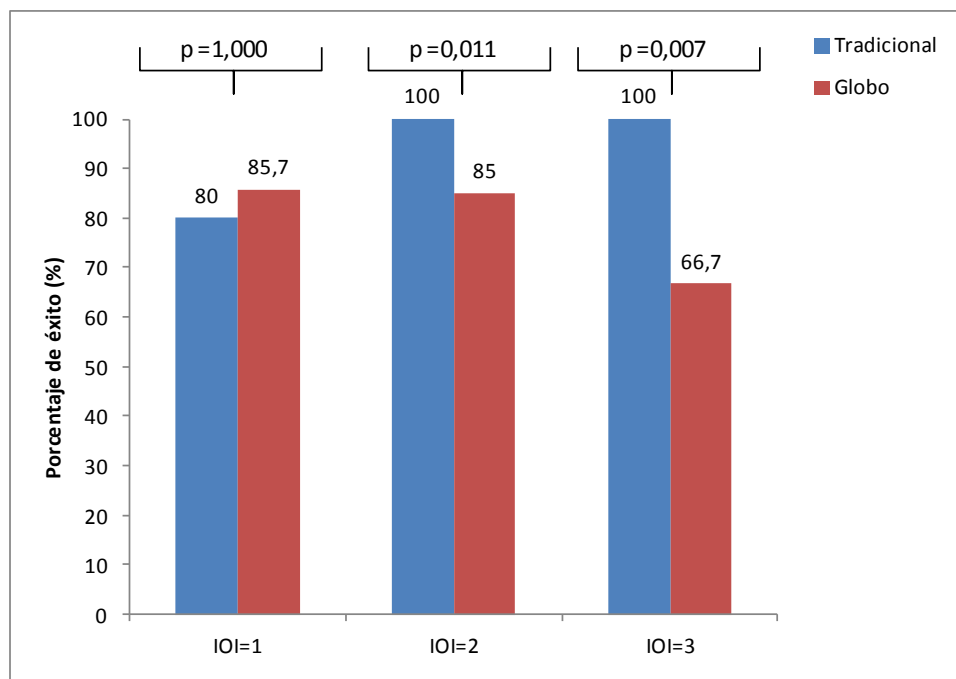


Figura 85. Incidencia de éxito del volumen final en ambos grupos en función de la distribución de los implantes.

Al analizar estos datos con el test de Fisher, se pudo observar que al estratificar los resultados por el número de implantes programados, en los casos en donde se había planificado la colocación de una fijación, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ( $p=1,00$ ).

Sin embargo en los casos en donde se había programado la colocación de 2 y 3 implantes, se pudo observar como el porcentaje de éxito en el grupo tradicional fue del 100,0%, mientras que en el grupo del globo, dicho porcentaje fue disminuyendo, a medida que aumentó el número de implantes previstos. En ambos casos, el test de Fisher permitió detectar diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,011$  para dos implantes previstos y  $0,007$  para 3 implantes previstos).

Esto también se pudo apreciar con el riesgo relativo ya que fue aumentando de 1,18 (IC 95%: 1,0-1,3) cuando se planificó la colocación de 2 implantes a 1,50 (IC 95%: 1,0-2,0) cuando se programaron 3 fijaciones.



### **V. 2. 2. ELEVACIONES DE SENO MAXILAR**

En este apartado, se consideraron como unidad de estudio las elevaciones de seno maxilar y no el número de implantes previstos y colocados como se hizo anteriormente.

El tamaño muestral fue de 66 elevaciones de maxilar, comparándose por lo tanto, 33 elevaciones de cada técnica, en donde se estudiaron 4 variables que se dividieron en los siguientes apartados:

V. 2. 2. a. Volumen total de injerto.

V. 2. 2. b. Altura mas alta de injerto.

V. 2. 2. c. Éxito/ Fracaso de la elevación de seno maxilar.

V. 2. 2. d. Perforaciones de la membrana de Schneider.

### V. 2. 2. a. Volumen total de injerto

El volumen total de injerto, es el volumen óseo total obtenido con cada elevación de seno maxilar.

Se encontró que la media en el grupo del globo fue de  $2,3 \text{ cm}^3$  ( $\pm \text{DE } 1,5$ ) con un rango comprendido entre 0 y  $5,2 \text{ cm}^3$  y en el grupo tradicional, la media fue de  $5,8 \text{ cm}^3$  ( $\pm \text{DE } 3,3$ ), con un rango comprendido entre  $0,38$  y  $12,3 \text{ cm}^3$  (Figura 86).

La prueba T de Student para muestras independientes, permitió observar que el grupo tradicional presentó una media del volumen total de injerto mayor que el grupo del globo, siendo estos resultados estadísticamente significativos ( $p < 0,01$ ).

Mediante la exposición de la siguiente gráfica, se puede observar el volumen óseo total obtenido en cada una de las elevaciones de seno maxilar en ambas técnicas.

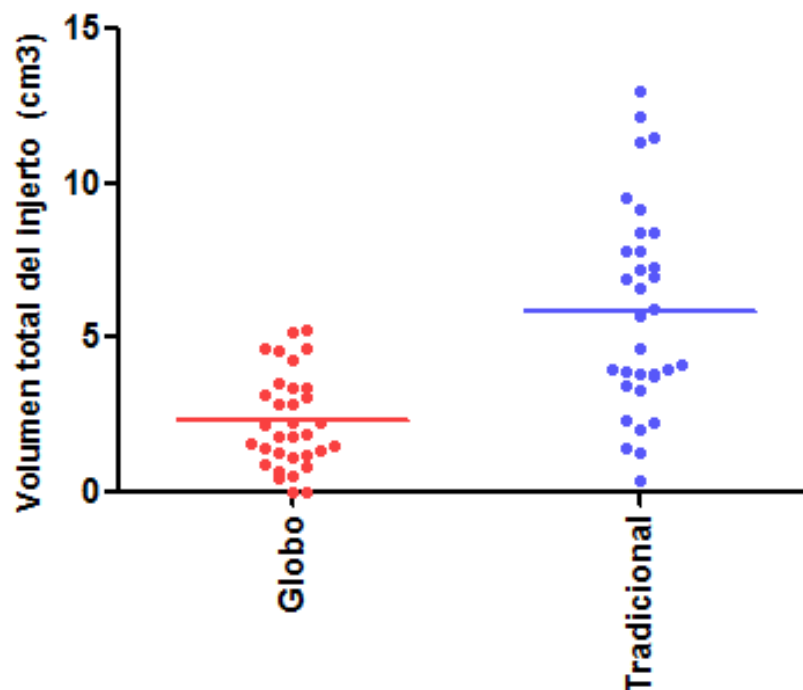


Figura 86. Volumen óseo total en ambos grupos.

### V. 2. 2. b. Altura más alta del injerto

La altura más alta del injerto corresponde a la altura máxima alcanzada con el injerto óseo, sin tener en cuenta la cresta ósea remanente a la hora de realizar la medición.

La media de la altura mas alta encontrada en el grupo tradicional, fue de 12,4 mm ( $\pm$ DE 2,1) con un rango comprendido entre 6,1 y 17,4 mm, mientras que en el grupo del globo, la media encontrada fue de 11,0 mm ( $\pm$ DE 3,8) con un rango comprendido entre 0 y 15 mm (Figura 87).

Según los datos proporcionados por la prueba de T de Student para muestras independientes, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ( $p=0,63$ ).

En la siguiente gráfica, se puede observar el valor del punto más alto del injerto encontrado en cada elevación de seno maxilar.

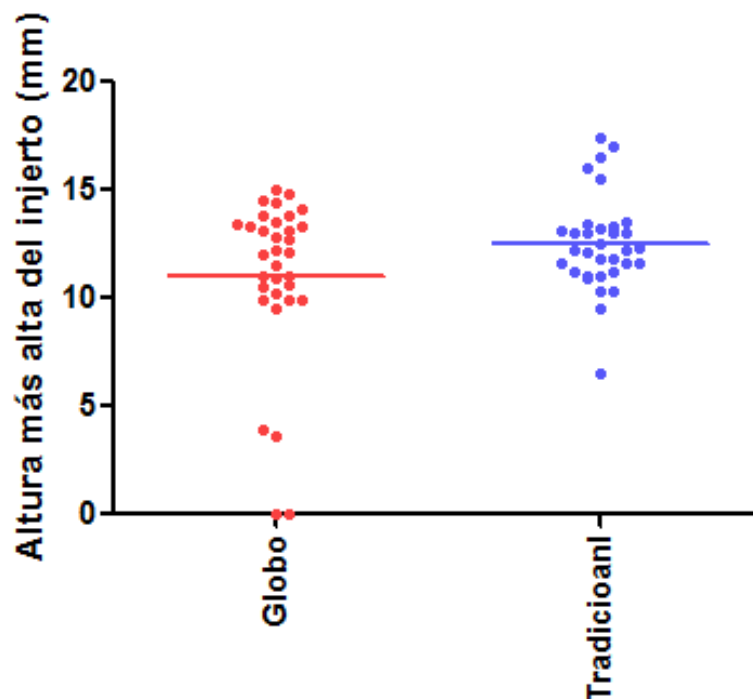


Figura 87. Altura mas alta del injerto en ambos grupos.

### V. 2. 2. c. Éxito/Fracaso de la elevación de seno maxilar

Con el estudio de esta variable, se observó si se obtuvo el volumen óseo final adecuado, para colocar **todos** los implantes previstos en cada elevación de seno maxilar.

Como ya se explicó anteriormente, dependiendo del caso, se planificó la colocación de 1, 2 o 3 implantes en cada elevación de seno. Esta variable se consideró ÉXITO, si se obtuvo el volumen óseo suficiente para la colocación de **todos** los implantes previstos y se consideró fracaso, cuando al menos uno de los implantes previstos, no pudo ser colocado (éxito elevación/ fracaso elevación). De esta forma, en el caso de haber planificado dos implantes y únicamente haberse podido colocar uno, esta variable se consideró como fracaso. De la misma forma, cuando se planificaron 3 implantes y solamente se pudieron colocar 1 o 2 fijaciones, también se consideró fracaso. Los resultados encontrados fueron los siguientes:

En el grupo tradicional, en las 33 elevaciones realizadas únicamente se observó un fracaso (fracaso elevación = 3%), es decir, que en una de las elevaciones de seno, no se obtuvo el volumen óseo suficiente para la colocación de la totalidad de los implantes planificados (éxito elevación = 97%).

Sin embargo en el grupo del globo, de las 33 elevaciones realizadas, se encontraron 10 fracasos (fracaso elevación = 30,3%), es decir que en 10 elevaciones de seno no se pudieron colocar los implantes que se habían planificado (éxito elevación = 69.7%) (Figura 88).

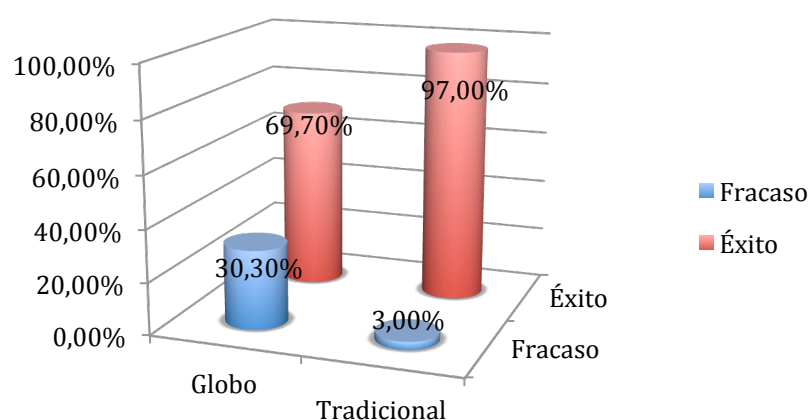


Figura 88. Porcentaje de éxito y de fracaso de las elevaciones de seno maxilar en relación a los implantes colocados.

Al estudiar estos resultados aplicando el test de Chi-Cuadrado, se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,03$ ), siendo el grupo tradicional el que presentó una mayor incidencia de éxito.

También se estimó la medida de efecto del éxito de la elevación entre ambas técnicas mediante el cálculo del riesgo relativo tomando como referencia la técnica de globo. Las elevaciones de seno realizadas con la técnica tradicional presentaron una incidencia de éxito 1,3 veces superior, en relación a las del globo (RR:1,3; IC95%:1,1-1,7).

Como en el apartado de los implantes, para estudiar de forma más exhaustiva estos resultados, se analizó esta variable en función del número de implantes programados en cada elevación de seno maxilar.

Como ya se expuso anteriormente, la distribución de los implantes previstos fue la siguiente (tabla 7):

	Grupo globo	Grupo tradicional
<b>1 implante previsto</b>	7 elevaciones (21,2%)	5 elevaciones (15,2%)
<b>2 implantes previstos</b>	20 elevaciones (60,6%)	21 elevaciones (63,6%)
<b>3 implantes previstos</b>	6 elevaciones (18,2%)	7 elevaciones (21,2%)

Tabla 7. Distribución de los implantes planificados.

Estratificando los datos en función del número de implantes previstos, se observaron los siguientes resultados:

- Distribución de los implantes: 1 implante planificado:

En el grupo del globo, se planificó la colocación de 1 fijación en 7 elevaciones de seno, pudiéndose colocar finalmente los implantes previstos en 6 elevaciones (éxito elevación para 1 implante planificado = 85,7%). De esta forma, solo se observó un fracaso en este grupo (fracaso elevación para 1 implante planificado =14,3%).

De la misma forma, en el grupo tradicional sólo se observó un fracaso (fracaso elevación para 1 implante planificado = 20%), ya que se programó la colocación de 1 implante en 5 elevaciones de seno y tras las técnicas de aumento, se pudieron colocar los implantes previstos en 4 elevaciones (éxito elevación para 1 implante planificado = 80%) (Tabla 10).

- Distribución de los implantes: 2 implantes planificados.

En el grupo del globo, se programó la colocación de implantes distribuidos de dos en dos en 20 elevaciones de seno maxilar. Como se puede contemplar en la tabla 10, en 17 elevaciones se pudieron colocar los 2 implantes planificados (éxito elevación para 2 implantes planificados = 85%); sin embargo, en 3 casos no se obtuvo el volumen óseo suficiente para la colocación de los implantes (fracaso elevación para 2 implantes planificados = 15%).

Sin embargo en el grupo tradicional, de las 21 elevaciones de seno en donde se había programado la colocación de 2 implantes, se pudieron colocar la totalidad de las fijaciones planificadas en todos los casos (éxito elevación para 2 implantes planificados = 100%).

- Distribución de los implantes: 3 implantes planificados.

En el grupo del globo se planificó la colocación de 3 implantes en 6 elevaciones de seno, observándose en los 6 casos un fracaso (fracaso elevación para 3 implantes planificados = 100%), ya que en ninguna de estas elevaciones se pudieron colocar los 3 implantes previstos.

Sin embargo en el grupo tradicional, en las 7 elevaciones de seno en donde se había programado la colocación de 3 implantes, se obtuvo el volumen óseo suficiente para la colocación de todos ellos (éxito elevación para 3 implantes planificados = 100%) (Tabla 10).

Distribución de los implantes		Fracaso	Éxito	Total
1 implante previsto	Tradicional	1 (20%)	4 (80%)	5
	Globo	1 (14,3%)	6 (85,7%)	7
2 implantes previstos	Tradicional	0 (0%)	21 (100%)	21
	Globo	3 (15%)	17 (85%)	20
3 implantes previstos	Tradicional	0 (0%)	7 (100%)	7
	Globo	6 (100%)	0(0%)	6

Tabla 10. Incidencia de éxito y de fracaso de las elevaciones de seno maxilar en función del número de implantes previstos.

Tras analizar los resultados mediante el test de Fisher, se apreció que las diferencias que se observaron entre ambos grupos, fueron estadísticamente significativas, únicamente en el grupo de 3 implantes previstos ( $p=0,001$ ), mientras que cuando se había programado la colocación de 1 o 2 implantes estas diferencias no fueron significativas ( $p=1$  y  $p= 0,107$  respectivamente).

Al analizar el riesgo relativo, se pudo observar que el grupo tradicional presentó una reducción relativa del éxito, no estadísticamente significativa cuando se planificó la colocación del 1 implante ( $RR=0,93$ ; IC 95%:0,5-1,5).

Sin embargo cuando se programó la colocación de dos implantes, el RR fue de 1,18 (IC95%: 0.9-1,4) sin llegar a ser estadísticamente significativo y cuando se programó la colocación del 3 implantes el RR no se pudo estimar desde el punto de vista estadístico ya que en el grupo del globo el éxito fue de 0.

### V. 2. 2. d. Perforaciones de la membrana de Schneider

En el estudio, se registró el número de perforaciones de membrana que se produjeron en cada grupo.

En el grupo del globo, de las 33 elevaciones de seno, solo se produjeron perforaciones de la membrana de Schneider en 2 casos (6,1%), mientras que en el grupo tradicional ocurrieron en 3 casos (9,1%) (Figura 89).

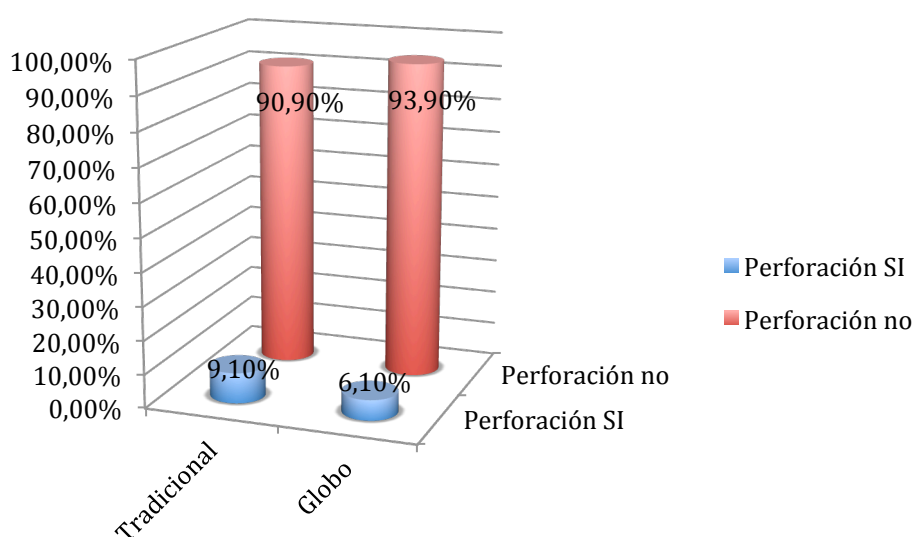


Figura 89. Perforaciones de la membrana de Schneider en ambos grupos.

Para comparar la incidencia de la perforaciones de la membrana de Schneider en ambos grupos, se utilizó la prueba de Fisher, no detectándose diferencias estadísticamente significativas ( $p=1$ ) entre las dos técnicas.

A pesar del pequeño número de perforaciones de membrana que se observaron en el estudio, se analizó una posible correlación entre el tabaco y las perforaciones de membrana (Tabla 11). Se percibió que los sujetos fumadores presentaron una mayor probabilidad de perforaciones de membrana ( $N=66$ ) pudiéndose observar lo mismo con el riesgo relativo (RR: 4,6; IC95%: 0,8-25,6). Si bien hay que tener en cuenta que estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $p=0,087$ )



	Perforación membrana No	Perforación membrana SI
<b>Tabaco SI</b>	13 (81,3%)	3 (18,8%)
<b>Tabaco NO</b>	48 (96%)	2 (4%)

Tabla 11. Relación entre el tabaco y las perforaciones de la membrana de Schneider.

## **VI. DISCUSIÓN**

La tendencia actual de la medicina en general, procura promover técnicas de mínima invasión; por esta razón, se han desarrollado nuevos procedimientos de elevación de seno maxilar que siguen esta ideología. De esta forma, han sido las técnicas transcrestales las que más han evolucionado y han sufrido un mayor número de cambios en estos últimos años (259,260).

Hoy en día, el reto consiste en lograr un sistema que sea mínimamente invasivo, que proporcione un adecuado volumen y calidad ósea, permitiendo asimismo acortar tanto el tiempo quirúrgico, como el tiempo total de tratamiento. Debido a la constante innovación de las técnicas de elevación sinusal, apoyado por las mejoras en el diagnóstico y en los biomateriales utilizados en implantología, se han obtenido resultados excelentes a la hora de aumentar el volumen óseo a nivel del maxilar posterior. Esto se ve reflejado en el gran número de trabajos de investigación que se pueden encontrar en la literatura, en donde presentan y comprueban constantemente el uso de nuevos dispositivos e instrumental para elevar el suelo del seno maxilar. Todos ellos pretenden ser lo más conservadores posibles con los tejidos que rodean el antro de Highmore, así como permitir un acceso controlado y delicado al mismo, con el objetivo de minimizar los daños y los riesgos asociados a esta técnica.

En la búsqueda bibliográfica realizada, se han encontrado múltiples sistemas novedosos de elevación de seno maxilar, que procuran ser cada vez menos invasivos. Cabe mencionar el uso de osteótomos asistido por endoscopia, la tecnología piezoeléctrica, los kits de fresado atraumáticos o la aspiración controlada de la membrana, entre otros (121,180,187,204).

Como ya ha sido expuesto en el apartado de hipótesis de trabajo y objetivos, el principal propósito de este trabajo de investigación, ha sido comprobar si la elevación de seno maxilar con la técnica de globo, un sistema mínimamente invasivo, proporciona unos resultados adecuados en lo que se refiere a ganancia ósea.

De esta forma se ha comparado el volumen óseo obtenido gracias a esta técnica, con el alcanzado a través de la elevación de seno maxilar traumática, que ha sido tomada como procedimiento de referencia o grupo control, debido a los excelentes resultados que ha aportado a lo largo de los años. Asimismo, se han comparado las complicaciones peri y postoperatorias acontecidas entre ambos grupos de estudio,

contrastando finalmente los datos obtenidos con otros trabajos presentes en la literatura, en donde han empleado dispositivos similares para elevar el suelo del seno maxilar.

De la misma manera, se ha descrito el procedimiento quirúrgico llevado a cabo, con el fin de comparar su desarrollo con el descrito en otros artículos en donde han realizado elevaciones de seno asistidas por globo. Sin embargo, no se ha contrastado la técnica quirúrgica con la realizada en el grupo de las elevaciones de seno traumáticas, ya que es evidente y ha sido ampliamente demostrado, el gran número de ventajas que supone el uso de sistemas mínimamente invasivos a nivel clínico (261-263).

Son escasos los trabajos de investigación publicados, que emplean técnicas de elevación de seno maxilar similares a la de nuestro estudio, es decir, asistidas por un catéter-globo como ayuda en el despegamiento de la membrana de Schneider. Sólo se han encontrado 14 artículos relacionados con el uso de dispositivos semejantes; nueve de ellos han sido realizados sobre pacientes (36,51-57,59) ; dos, sobre modelos animales (58,60) ; uno, sobre cadáveres (61) y los dos últimos, se corresponden con revisiones bibliográficas sobre diferentes métodos de elevación sinusial (23,262) .

Con respecto al tipo de instrumental empleado, en siete artículos utilizaron el sistema MIAMBE (minimally invasive antral membrane elevation) (Miambe LTD, Netanya, Israel), que presenta una gran similitud con la aparatología aplicada en nuestro estudio (36,51-56). Cabe mencionar que en estos trabajos, existe un conflicto de intereses, ya que Kfir, autor o coautor en todos ellos, es el inventor y confundador de MIAMBE. Por otro lado, Chan y cols. (61) utilizan otro tipo de equipación denominada Sinus Lift Balloon, de la casa comercial Zimmer® (Zimmer Dental ®, Carlsbad, CA, USA), mientras que Peñarrocha y cols. (59) no especifican el tipo de dispositivo empleado, aunque ambos son también muy similares. Por último Hu y cols., Stelzle y cols. y Jank y cols. (57,58,60) aplican el mismo sistema que nosotros, el Balloon Lift Control; sin embargo, sólo el estudio de Hu y cols. (57) ha sido llevado a cabo sobre pacientes, ya que los dos últimos, se han efectuado sobre cabezas de ovejas y cerdos respectivamente.

El presente trabajo de investigación se ha realizado sobre una muestra poblacional de 61 pacientes con edentulismo maxilar, que aportaron al estudio un total de 66 senos maxilares subsidiarios de injertos óseos. En 33 senos, se elevó el suelo mediante la técnica de catéter-globo y en los 33 restantes, con la técnica clásica de

ventana lateral. Estos datos se encuentran en consonancia con los observados en otros artículos como los de Kfir y cols. o Hu y cols. en donde efectuaron 24, 36, 26 y 28 elevaciones de seno respectivamente, con la ayuda de un globo (51,52,54,57).

En relación al perfil y a las características de los pacientes que han compuesto la muestra del estudio, se ha podido comprobar que la mayoría de ellos se situaban en un rango amplio de edad, comprendido entre los 22 y 66 años, siendo la edad media de 50,9 años. En este aspecto, nuestro trabajo presenta unas cifras ligeramente más elevadas en relación a otros artículos, siendo la edad media encontrada en el trabajo de Peñarrocha y cols. (59), de 41 años, o de 38 y 44 en los estudios de Kfir y cols. (53,54). Sin embargo, según las edades medias de diversos estudios sobre elevaciones sinusales, la población en la que estos procedimientos son más frecuentes, se aproxima a los 50 años (264,265).

La distribución de la muestra por sexo, se asemeja a los datos encontrados en otros artículos (51-53,57), siendo bastante proporcionada y estando representada por un 41% de hombres y un 59 % de mujeres.

Aunque no es comparable, ya que no aparece registrado en ninguno de los trabajos revisados, en el presente estudio se analizó el lado donde se llevaron a cabo las elevaciones de seno maxilar. El 51,9 % se efectuaron en el lado derecho y el 48,5 % restante del lado izquierdo, pudiéndose apreciar una proporción bastante similar.

Con respecto al hábito tabáquico de los pacientes, el 26% eran fumadores, estando representado por un 27,3% en el grupo del globo y un 25% en el tradicional. Aunque se discutirá más adelante sobre el tabaco como posible factor de riesgo en la aparición de complicaciones; las cifras encontradas en cuanto a su consumo, se asemejan entre ambos grupos, así como con otros trabajos presentes en la literatura (52-54).

De forma preoperatoria y con el fin de completar el diagnóstico, se solicitó a todos los pacientes, un radiografía panorámica y un estudio tomográfico. Ya ha sido comentada la importancia de un adecuado diagnóstico por la imagen, con el fin de estudiar la región del seno maxilar minuciosamente, para así poder evitar complicaciones y obtener unos resultados apropiados tras su realización (91,92). Aunque en nuestro trabajo, no se observó ningún seno maxilar con presencia de septos

intrasinusales, Maestre-Ferrín y cols. (91) encontraron que en el 46,5% de los casos, la ortopantomografía utilizada como único método de diagnóstico por la imagen, conllevó a una valoración errónea con respecto a la presencia de estos tabiques óseos. De acuerdo con nosotros, la mayoría de los autores requirieron las mismas pruebas radiológicas, a excepción de Hu y cols. y el primer artículo publicado por Kfir y cols., en donde la aportación de TC era opcional (51,57).

Kfir y cols. (51-54) prescriben en todos sus estudios una pauta antibiótica y antiinflamatoria a la totalidad de los pacientes, comenzando 24 horas antes de la intervención quirúrgica. En nuestro caso y al igual que Hu y cols. y Peñarrocha y cols. (57,59), no consideramos justificada la administración de premedicación antiinfecciosa y antiinflamatoria. Aunque existe una gran controversia en relación a este tema, múltiples trabajos científicos han demostrado que no es necesaria su prescripción de forma sistemática (266-269). No obstante, si el estado general del paciente se encuentra comprometido o se prevé una intervención quirúrgica agresiva o de larga duración, sí es recomendable un tratamiento médico previo (71,269) .

En relación a la técnica anestésica, en nuestro trabajo todas las elevaciones de seno maxilar se efectuaron bajo anestesia local, coincidiendo con los estudios de Hu y cols. y Peñarrocha y cols. (57,59). Kfir y cols. (51-54) sedaron a los pacientes en la mayoría de sus trabajos, salvo en el estudio publicado por Mazor y cols. (36) sobre elevación sinusal sin colgajo. Tampoco compartimos el hecho de sedar a los pacientes sistemáticamente, ya que se trata de una técnica quirúrgica mínimamente invasiva, que está pensada para llevarse a cabo en un corto periodo de tiempo. Aunque nosotros no lo hayamos registrado, según los diferentes autores, la duración del procedimiento oscila entre los 30 y 50 minutos (36,53,58).

La principal ventaja que presentan las técnicas de elevación de seno maxilar transcrestales, en este caso mediante catéter-globo, frente a las técnicas convencionales, es su abordaje mínimamente invasivo. En nuestro caso, realizamos una incisión circular a modo de tapón pediculado, y una osteotomía a través de la cresta. Esto introduce grandes cambios con respecto a las técnicas convencionales en cuanto a manejo de los tejidos blandos. La incisión que se realiza durante la elevación de seno maxilar convencional es más amplia, con extensión desde la tuberosidad del maxilar hasta la región canina, con descargas a ambos lados, siendo por lo tanto más cruenta (71,83). Si

comparamos el tipo de incisión con otros autores que emplean un catéter-globo para elevar el seno, Hu y cols. (57) efectúan únicamente una incisión horizontal sobre la cresta y Peñarrocha y cols. (59) realizan lo mismo pero con descargas mínimas a ambos lados. Kfir y cols. (51-55) practican un abordaje similar al seno en la mayoría de las elevaciones, salvo en el trabajo de Mazor y cols. (36) de cirugía sin colgajo, en el que al igual que nosotros, emplean un punch para desplazar la mucosa alveolar. Tee y Halpern y cols. (270,271) que utilizan el punch para realizar elevaciones de seno crestales y colocar implantes, establecen que se trata de un procedimiento que ofrece un acceso mínimamente invasivo a la cresta alveolar, reduce la probabilidad de formación de hematomas subperiósticos y evita malestares durante el postoperatorio de los pacientes. Aunque en sus trabajos obtienen resultados satisfactorios, recomiendan su uso para cirujanos con experiencia y en donde se ha realizado una adecuada selección de los casos, incluyendo este último punto, la presencia de tejido queratinizado suficiente. En nuestro caso, no tuvimos que prestar especial atención a la cantidad de encía queratinizada, ya que la mucosa elevada se volvía a suturar una vez acabada la elevación sinusal.

En relación al procedimiento propiamente dicho, aunque los diferentes autores emplean distintos dispositivos, en términos generales son todos similares entre sí. Peñarrocha y cols. y Hu y cols. (57,59) que aplican como nosotros el Balloon Lift Control, siguen el mismo protocolo de actuación. Tras fresar el reborde alveolar y fracturar el suelo del seno con un osteótomo, introducen el catéter-globo para despegar la membrana sinusal y finalmente colocan el hueso a través de la perforación. Kfir y cols. (53,54) efectúan prácticamente el mismo procedimiento, salvo que antes de fracturar el suelo del seno, introducen hueso para que sea el biomaterial compactado a través del osteótomo, el que rompa el suelo sinusal. Únicamente en los artículos de Mazor y cols. y Chan y cols. (36,61), emplean un sistema piezoeléctrico y fresas atraumáticas respectivamente, para alcanzar la membrana de Schneider y posteriormente insertar el globo para despegarla.

Si analizamos otras técnicas mínimamente invasivas que permiten acceder al seno de forma crestal, se puede apreciar que, asimismo, proporcionan unos buenos resultados, aunque todas ellas presentan una serie de ventajas y desventajas.

Técnicas como el Future Site Development descrita por Summers (158), en donde introducen un núcleo de hueso fresado con una trefina dentro del seno; presenta como ventajas, que se trata de una técnica fácil de llevar a cabo incluso en lugares de acceso complicado y permite una máxima preservación del tejido óseo. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la ganancia ósea está limitada por la altura de la cresta residual y hay que tener precaución, ya que el núcleo de hueso puede quedar atrapado dentro de la trefina.

Otra forma de elevar el seno maxilar, es mediante la aplicación de presión negativa en el interior del antro, con el fin de facilitar el despegamiento y la elevación de la membrana de Schneider. Sin embargo, la introducción de un aspirador a través del ostium o la pared anterolateral del seno requiere instrumental complementario y sedación o anestesia general (204,205).

Nkenke y cols. (172) emplean la técnica clásica de elevación de seno con osteótomos descrita por Summers, con la diferencia de que controlan con un endoscopio el desarrollo del procedimiento, principalmente para supervisar la aparición de perforaciones de la membrana de Schneider. Asimismo, Peñarrocha y cols. y Chan y cols. (59,61), en su estudio sobre elevaciones de seno con globo, emplean la endoscopia con el mismo fin. Sin embargo y aunque permita una mejor visualización, el principal inconveniente que presenta esta técnica, es la necesidad de equipamiento adicional y que además, no evita las perforaciones de la membrana sinusal.

En este sentido, cabe mencionar que una de las mayores desventajas de las técnicas transcrestales, es la ausencia de visión directa de la membrana sinusal y del injerto que se coloca. La mayoría de autores que emplean sistemas similares al nuestro, realizan la maniobra de Valsava o introducen un instrumento con punta roma, para comprobar la integridad de la membrana sinusal (57,61). Si bien es cierto y como establece Watzek (159), en ocasiones, estos métodos no son excesivamente fiables para establecer un adecuado diagnóstico de las perforaciones. De esta forma, resulta interesante el uso de un contraste, ya sea inyectándolo dentro del seno como realizan Pommer y Watzek (200), o insuflando el globo con éste, como lo hacen Kfir y cols. (51-55) en todos sus estudios, para así poder evaluar radiográficamente la elevación y la integridad de la membrana sinusal.



Asimismo hay que comentar, que otro de los inconvenientes de las técnicas transcrestales en donde se emplean osteótomos, son los “golpes” necesarios para compactar el hueso, volviendo el procedimiento desagradable y pudiendo llegar a provocar vértigos o mareos a los pacientes (255,256).

Para evitar esta contrariedad, la utilización de fresas atraumáticas o el uso de sistemas piezoeléctricos como el Intralift (180,191), que son respetuosos con la membrana sinusal, se muestran como posibles alternativas para acceder al seno maxilar. De hecho Mazor y cols. y Chan y cols. (36,61), emplean estos sistemas de forma combinada con un catéter-globo. Esta alternativa se muestra atractiva, ya que se alcanza la membrana sinusal con instrumental que no la daña y posteriormente se termina de despegar con el globo, sumando de esta forma, las ventajas de cada sistema.

Ya ha sido comentado, que en relación a los injertos óseos, no hay ninguno que proporcione unos resultados excesivamente superiores con respecto a los otros. En este sentido, Kfir y cols. (51,52) emplean en sus estudios una mezcla de hueso sintético con plasma y hueso autólogo recolectado durante el fresado, que inyectan con una jeringa en el interior del seno. Hu y cols. (57) utilizan Bio-oss combinado con plasma y Peñarrocha y cols. (59) hueso bovino particulado con hueso autólogo, recuperado del fresado. Nosotros empleamos únicamente Bio-oss, obteniendo al igual que el resto de los autores unos resultados adecuados. Asimismo, en la literatura se encuentran múltiples artículos en donde no introducen ningún biomaterial en el interior del seno, mostrando de la misma manera, que se trata de otra alternativa que funciona correctamente (265,272,273). Sin embargo, no hemos encontrado ningún artículo sobre elevación sinusal asistida por catéter-globo, en donde no empleen ningún tipo de injerto óseo.

En general, todos los autores que han utilizado dispositivos con globo para elevar el seno maxilar, consideran que el postoperatorio de los pacientes cursó de forma favorable y prácticamente sin tener que recurrir a la toma de medicamentos, para aliviar el dolor y la inflamación (36,52,53,57). En el estudio de Sánchez Martín-Sauceda (261), se compararon tanto la inflamación, como el dolor postoperatorio con dos técnicas de elevación de seno maxilar. Se observó que ambos parámetros fueron menores en el grupo en donde se había empleado la elevación de seno maxilar mediante catéter-globo, comparada con la elevación de seno maxilar tradicional. Aunque en nuestro estudio no

se registró la toma de medicación postoperatoria, percibimos los mismos resultados que el resto de los autores.

Como en toda técnica quirúrgica, son de obligada mención, las complicaciones acontecidas durante su desarrollo, las cuales podemos catalogar como intraoperatorias y postoperatorias.

Está ampliamente demostrado que la complicación intraoperatoria más frecuente a la hora de realizar una elevación de seno maxilar, es la perforación de la membrana de Schneider. En el grupo de las elevaciones con globo se observaron un total de 2 perforaciones (6,1%), lo que concuerda con el resto de artículos sobre elevaciones sinusales que emplean este sistema. En los estudios de Kfir y cols. (51-54) se registraron unas tasas de perforaciones del 4,1%, 2,7%, 7,6%, y 2,6%, mientras que Peñarrocha y cols. y Hu y cols. (57,59) percibieron un 16% y un 7,1% respectivamente. Asimismo, Kfir y cols. advirtieron en dos de sus estudios (53,54), la presencia de microlaceraciones de la membrana, que se correspondieron con el 7,6% y el 8% de los casos; sin embargo estos autores no consideraron estas lesiones como auténticos desgarros debido a su pequeño tamaño.

La rotura del globo en el interior del seno, fue la causa de una de las perforaciones, complicación que también describen Kfir y cols. (51) en uno de los 24 casos de su estudio, en donde también se perforó la membrana sinusal. Aunque no conocemos el motivo por el cual se rasgó el globo, entendemos que podría haberse debido a un inadecuado purgado del sistema, dejando aire en su interior, a una insuflación demasiado fuerte del globo o al entrar en contacto con algún reborde óseo cortante.

Asimismo, resulta interesante, comentar el artículo de Kfir y cols. (56) en donde llevaron a cabo 16 elevaciones de seno con globo, en pacientes con engrosamientos de la membrana sinusal. Son múltiples los trabajos que contraindican este procedimiento cuando hay algún tipo de patología relacionado con el antro (71,83), sin embargo, estos autores no registraron ninguna perforación ni otras complicaciones intra o postoperatorias.

En relación a la forma de actuar ante esta complicación, en la mayoría de los trabajos coinciden con nosotros, prefiriendo posponer la elevación sinusal. Aunque el

tiempo de espera varía según el tamaño de la perforación y de los diferentes autores, éste suele oscilar entre los 2 y 6 meses (235,237,242). En nuestro caso y de acuerdo con Kfir y cols. (53,54) decidimos aplazar las elevaciones de seno y repetir el procedimiento 3 meses más tarde, con el fin de permitir la regeneración de la membrana sinusal. Hu y cols. (57) esperan únicamente 4 semanas para llevar a cabo la reentrada, pero a diferencia de nuestro trabajo, realizan una elevación de seno con ventana lateral. En cuanto al tratamiento de las microlaceraciones, Kfir y cols. (53,54) decidieron continuar con las cirugías cubriendo estos pequeños desgarros con plasma y una membrana reabsorbible. No compartimos el planteamiento de estos autores, ya que en las elevaciones de seno transcrestales, la visibilidad está reducida y por tanto no consideramos que se pueda estar seguro de haber sellado completamente el desgarro.

En el presente trabajo, la tasa de perforaciones en el grupo de las elevaciones de seno traumáticas, fue similar a la encontrada en el grupo del globo, no apreciándose diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Se observaron 3 perforaciones de membrana (9.1%), cifra que se encuentra por debajo de las registradas en la literatura en relación a las elevaciones tradicionales. Las tasas suelen oscilar alrededor del 20% y a veces son superiores al 50%, como establecen Krennmair y cols. en su estudio sobre implantes unitarios (78,230,274,275).

A diferencia de las elevaciones sinusales mediante catéter-globo, cuando se produjo un desgarro de la membrana, sí que fue posible terminar con el procedimiento. Debido a que no se trataba de perforaciones de gran tamaño y de acuerdo con Fugazzotto y cols. y Hernández-Alfaro y cols. (238,240), éstas se sellaron con una membrana reabsorbible de colágeno, desarrollándose el resto de la cirugía de forma convencional.

Existe cierta controversia con respecto a si las perforaciones de membrana aumentan la incidencia de complicaciones peri y postoperatorias. Autores como Nolan y cols. o Schwartz y cols. (229,237) sí que las consideran como un posible factor desencadenante; sin embargo, en otros trabajos como los de Becker y cols. o Moreno y cols. (227,245) y de acuerdo con nuestro estudio, si las perforaciones son tratadas de forma adecuada, no conllevan un mayor riesgo de producir complicaciones. En nuestro caso, el postoperatorio de los pacientes en los cuales se había perforado la membrana, discurrió de forma normal si ninguna contrariedad.

Ya ha sido comentado, que uno de los mayores inconvenientes de las técnicas transcrestales, es la ausencia de visión directa de la membrana y del injerto óseo que se introduce. Por esta razón, en caso de producirse perforaciones de la membrana sinusal, la mayoría de los autores prefieren posponer el procedimiento o efectuar en el mismo momento un acceso a través de la pared anterolateral del antro (57,159). Al abordar el seno empleando un acceso lateral, se obtiene un campo quirúrgico más amplio y de esta forma, la visión directa de la membrana permite realizar un mejor manejo de ésta en caso de perforación.

Analizando la literatura, se pueden encontrar algunos estudios que comparan la tasa de perforaciones de la elevación de seno con catéter-globo, con otros sistemas de acceso crestal. Stelzle y cols. (58) realizan un estudio en cerdos con el fin de evaluar diferentes métodos de elevaciones indirectas de seno maxilar. Emplearon para ello distintas técnicas como la elevación sinusal con osteótomos con o sin injerto, la técnica del balón y la cirugía piezoeléctrica, observándose únicamente perforaciones en los grupos donde se emplearon osteótomos. Por el contrario, Chan y cols. (61) en su trabajo sobre cadáveres, compararon las elevaciones de seno realizadas con catéter-globo y con osteotómos, sin observar diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la incidencia de perforaciones.

Asimismo, Jank y cols. (60) llevaron a cabo un estudio experimental sobre cabezas de oveja, en donde perforaron la membrana sinusal con una fresa de 1,2 mm de diámetro y posteriormente la elevaron con osteótomos, con un globo o con el sistema Intralift. El objetivo del estudio fue observar el aumento de tamaño de la perforación al elevar la membrana con los tres sistemas empleados, concluyendo que la ampliación del desgarró fue superior con la técnica de Summers, seguida del balón y por último del Intralift.

Con respecto al tabaco, en nuestro estudio se percibió que los sujetos fumadores presentaron una mayor probabilidad de sufrir perforaciones de membrana; no obstante, esta relación no fue estadísticamente significativa, probablemente por el reducido tamaño de la muestra. De las 66 elevaciones de seno maxilar, sólo se produjeron perforaciones en 5 casos, que se correspondieron con 3 pacientes fumadores y dos restantes que no lo eran. Existe bastante controversia con respecto al tabaco como factor de riesgo de perforaciones u otras complicaciones peri y postoperatorias. Autores como Levin y cols.

(276) exponen que el consumo de tabaco no tiene ningún tipo de influencia sobre el éxito de las elevaciones sinusales. Sin embargo, otros autores como Schwarz y cols., Barone y cols. o Von Arx y cols., (232,246,277) establecen lo contrario, señalando que tanto la tasa de complicaciones y de perforaciones de membrana es mayor en sujetos fumadores. De acuerdo con estos autores y como se puede ver reflejado en el apartado de material y método, en nuestro trabajo si que tuvimos en consideración el hábito tabáquico de los pacientes a la hora de seleccionarlos para incluirlos en el estudio.

Respecto a las complicaciones postoperatorias acontecidas, todas se encuentran registradas en la literatura, habiendo sido descritas por múltiples autores. En el grupo del globo, no se registró ninguna complicación mayor después de la realización de las cirugías, salvo la presencia de epistaxis en uno de los pacientes (3%), que se resolvió de forma espontánea. Kfir y cols. y Hu y cols. (51,57) también describieron este acontecimiento en uno de sus pacientes, que igualmente cesó de forma natural.

Asimismo, encontramos un caso de sinusitis aguda (3%), que se presentó en el primer mes tras la elevación de seno, pero se resolvió tras la administración de un tratamiento médico a base de antibióticos y analgésicos consistente en Amoxicilina-Clavulánico 875/125 mg cada 8 horas, Levofloxacino 500 mg cada 12 horas, ambos durante 7 días; Ibuprofeno 600 cada 8 horas durante 3-4 días y Metamizol magnésico 575mg cada 8 horas como analgésico de rescate. Kfir y cols. (53) también describen una complicación de tipo infeccioso, ya que uno de los pacientes desarrolló una infección con la presencia de una fistula oroantral, pero de la misma forma que en nuestro trabajo, se solucionó con la administración de antibiótico y en este caso retirando el implante que se había colocado de forma inmediata a la elevación.

Las complicaciones postoperatorias registradas en el grupo tradicional fueron considerablemente más numerosas. Dos de los pacientes presentaron epistaxis (6%), 4 sufrieron sinusitis (12,1%), 6 presentaron hematomas faciales (18,1%) y en uno ellos se observó una dehiscencia de la sutura (2%). Estos datos se encuentran en concordancia con otros estudios de elevación de seno convencional, en donde además de las complicaciones ya mencionadas, se observaron hemorragias, abscesos, exposición y pérdida de los injertos (245,278-280). Diversos autores establecen que este tipo de elevación de seno proporciona unos resultados óptimos, que se encuentran registrados en la literatura; sin embargo, consideran este procedimiento quirúrgico invasivo, en el

que es frecuente observar, entre otras complicaciones, la presencia de inflamación y hematomas durante el postoperatorio, que pueden durar hasta 10 días después de la intervención (228,237). De esta forma y de acuerdo con Polak y Shapira (38), se puede establecer que con las técnicas crestales que son menos invasivas, se han visto reducidas las tasas de complicaciones y de morbilidad; sin embargo para llevarlas a cabo, es necesario estar familiarizado y tener cierta habilidad con procedimientos de microcirugía.

El objetivo principal de la elevación de seno maxilar, es la obtención de un volumen óseo suficiente, para la posterior colocación de implantes. De esta forma, la mayoría de los estudios sobre elevaciones sinusales describen el desarrollo del procedimiento y analizan los resultados de éste, así como de la osteointegración de los implantes colocados en esas zonas.

La ganancia ósea obtenida tras la realización de esta técnica, es una cuestión fundamental, que se discute de forma habitual en gran parte de los artículos publicados sobre este tema (53,58,59,281-283). En este aspecto, la mayoría de los trabajos analizan las alturas de las crestas residuales y de los injertos, midiéndolas sobre radiografías panorámicas. Sin embargo, no tienen en cuenta un parámetro fundamental, como es el volumen del injerto, que nos indica sus dimensiones en los tres planos del espacio.

Resulta interesante conocer el volumen óseo, ya que para la selección de las dimensiones y la colocación de los implantes, no solo se debe tener en cuenta la altura obtenida, sino también la anchura ósea disponible. Además, en ocasiones puede suceder, que si durante la elevación de seno no se despega completamente la membrana de Schneider de la pared palatina, el injerto se queda localizado en la parte vestibular del antro, limitando por tanto la disponibilidad ósea en anchura. Por estas razones y de acuerdo con Peleg y cols. (284), debido a que las mediciones son mucho más precisas con pruebas radiológicas tridimensionales, nos parece fundamental y encontramos justificada la solicitud de tomografías computarizadas, tras la realización de los injertos sinusales y previo a la colocación de los implantes. De esta forma, en nuestro estudio, las mediciones se realizaron con el apoyo de TC asociadas al programa informático Compudent Navigator, que se utilizó como una prestación para calcular los volúmenes y las alturas de los injertos de forma más exacta.

En este trabajo se estimó un volumen y una altura requeridos para la colocación de los implantes. Consideramos necesario registrar ambos datos, ya que la medida del volumen podía aparentar ser correcta, pero alcanzándose a expensas de la anchura vestibulo-palatina del injerto y no de su altura. Debido a este motivo se comprobó en cada caso, que se cumplían de forma adecuada ambas condiciones. Asimismo resultó interesante recoger ambos registros por separado ya que, en la mayoría de los artículos, los datos publicados refieren mediciones de alturas y no de volúmenes; de esta forma, al menos se pudieron comparar las cifras referentes a las alturas de los injertos.

En relación a la ganancia ósea en altura, en los artículos de Mazor y cols., Kfir y cols. y Hu y cols. (36,51-54,57) que emplean catéteres-globo para las elevaciones de seno, no especifican como llevan a cabo las mediciones, ni el tipo de radiografía donde se realizaron. Únicamente exponen que 6 meses después de los injertos sinusales, efectuaron radiografías panorámicas, periapicales y en ocasiones TC de control a los pacientes, aprovechando ese momento para medir la ganancia ósea. Peñarrocha y cols. (59) son los únicos autores que detallan la forma de medir la altura ósea, haciéndolo sobre una radiografía panorámica al terminar la elevación sinusal y teniendo en cuenta la magnificación de este tipo de radiografía. En nuestro estudio, las mediciones de las alturas y de los volúmenes, se efectuaron sobre las TC, realizadas 6 meses después de las elevaciones de seno, seleccionando las zonas donde iban a ir colocados los implantes.

En el presente trabajo, la altura media del reborde alveolar residual encontrada fue de 3,3 mm, tanto en el grupo tradicional como en el del globo, siendo estas cifras muy similares al resto de estudios revisados (52,59,224,285). Existe cierta controversia en relación a la altura de la cresta ósea remanente necesaria, para decidir si la colocación de los implantes se va a realizar de forma inmediata o diferida. Los datos encontrados varían mucho de unos autores a otros; no obstante, todos establecen que es fundamental contar con un mínimo de altura ósea, para proporcionar una adecuada estabilidad primaria a las fijaciones, en caso de ser colocadas simultáneamente a la elevación sinusal. Clásicamente como establecen Krennmair y cols. y autores como Donado y Martínez o Jensen (15,71,275), se sugirió la realización de elevaciones sinusales abiertas y colocación diferida de implantes en casos de crestas menores de 5 mm de altura; sin embargo, si la altura era mayor, se podían colocar las fijaciones en el mismo momento de la técnica de aumento óseo. Por último, las elevaciones de seno

crestales con osteótomos, se reservaban únicamente para ocasiones en las que era necesario aumentar alrededor de 3 mm en altura. Son múltiples los autores que siguen esta propuesta; Hallman y cols., Schwartz y cols. o Hassani y cols. (224,285,286), realizan elevaciones de seno de acceso lateral, en rebordes alveolares menores de 5 mm y colocan los implantes transcurridos 6 meses tras los injertos sinusales, obteniendo unos resultados más que satisfactorios.

Por otro lado, hay diversos autores que asimismo, muestran unas elevadas tasas de éxito, realizando elevaciones de seno y colocando los implantes de forma inmediata, en rebordes alveolares menores de 5 mm (283,287). Fenner y cols. (288) estudian la influencia de la altura del hueso alveolar residual, sobre la osteointegración de implantes colocados de forma simultánea a las elevaciones de seno, estableciendo que no es necesario disponer de 5 mm de altura para obtener unos buenos resultados. No obstante, esclarecieron que la predictibilidad del tratamiento fue mayor, tanto cuanto más alta era la cresta residual.

En nuestro estudio, uno de los criterios de inclusión, fue la presencia de un reborde alveolar menor de 5 mm de altura, por lo que decidimos colocar los implantes de forma diferida, esperando 6 meses tras la realización de los injertos óseos. Sin embargo, en el resto de artículos en donde emplearon la técnica del globo, se instalaron los implantes de forma inmediata. Kfir y cols., Hu y cols. y Peñarrocha y cols. (51,57,59) encontraron una altura media de cresta residual de 3,6 mm, 4,9 mm y 3,8 mm respectivamente, siendo estos resultados muy similares a los observados en nuestro trabajo. Sólo Peñarrocha y cols. (59), pospusieron la colocación de implantes cuando la altura del reborde alveolar era inferior a 3 mm y Kfir y cols (53) actuaron de la misma forma cuando la cresta era de 1 mm de altura. De esta forma, estos autores establecen que una de las ventajas de la elevación de seno transcrestal con balón, es que permite la colocación de implantes de forma inmediata en rebordes alveolares de 3 o menos mm.

En el presente trabajo, la altura media final observada en el grupo del globo fue de 11,9 mm, mientras que en las elevaciones tradicionales fue de 14,2 mm. De esta forma, la ganancia ósea en altura, es decir, la altura media del injerto, fue de 8,6 mm en el grupo del globo y de 10,8 mm en el grupo tradicional. Tras el análisis estadístico, se observaron diferencias estadísticamente significativas en ambas variables comparando los dos grupos, demostrando que aunque con las dos técnicas se alcanzan resultados



correctos, la ganancia ósea es ligeramente mayor con las elevaciones de seno tradicionales. Asimismo se midió el punto más alto del injerto óseo en ambas técnicas, encontrando una altura media de 11 mm en el grupo del globo y de 12,4 mm en el tradicional, sin observarse diferencias estadísticamente significativas.

Con respecto a las elevaciones de seno con globo, estos datos son similares a los encontrados en la literatura. Kfir y cols. y Peñarrocha y cols. (52,59) refieren unas alturas finales de 12,9 y 12,7 mm respectivamente y Hu y cols. (57), publican que la altura media elevada en su trabajo fue de 10,9 mm. En relación a las elevaciones tradicionales, los resultados observados en los artículos analizados, también concuerdan con los nuestros. Felice y cols., Kahnberg y cols. y Schwartz y cols. (281,282,285), registran unas alturas finales de 14,1 mm, 13 mm y 15,2 mm, medidas sobre radiografías panorámicas y sobre TC respectivamente.

En el estudio de Stelzle y cols. (58) se evaluaron cuatro técnicas diferentes de elevación sinusal, encontrando que el sistema que proporcionaba una ganancia mayor en altura era el balón, seguido del piezoeléctrico, de la elevación de seno con osteótomos con injerto y por último, por la elevación de seno con osteótomos sin injerto; siendo los valores de ganancia ósea en altura de 14,3 mm, 10 mm, 5,5 mm, 2,25 mm respectivamente.

En relación a los volúmenes, son múltiples los artículos que emplean TC asociadas a diferentes softwares, generalmente con dos objetivos principales; calcular de forma preoperatoria el volumen de injerto necesario para realizar elevaciones de seno o calcular la reabsorción de los injertos a largo plazo (95-97,101,102,289-291).

En nuestro caso, realizamos dos tipos de mediciones, por un lado el volumen óseo total obtenido en cada elevación de seno y por otro, el volumen de hueso en el futuro emplazamiento de cada implante, incluyendo éste último, el volumen de la cresta residual, el volumen del injerto y el volumen óseo final. Sin embargo, estos últimos conceptos no son comparables con ningún artículo presente en la literatura, ya que sólo se encuentran datos referentes al volumen total obtenido en cada elevación sinusal y no del sitio en concreto donde va ubicado el implante.

En este estudio, la media del volumen total de injerto obtenido en el grupo del globo fue de  $2,3 \text{ cm}^3$  y en el tradicional de  $5,8 \text{ cm}^3$ , encontrando diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupo.

Kirmeier y cols. y Wanschitz y cols. (97,290) evaluaron la reabsorción de los injertos sinusales realizados con la técnica tradicional y colocación diferida de implantes, encontrando tras la cirugía, unos volúmenes de  $3,02$  y  $3,67 \text{ cm}^3$  respectivamente y de  $2,28$  y de  $3,16 \text{ cm}^3$ , transcurridos 6 meses. Por el contrario, Uchida y cols. y Arias y cols. (95,101,102) estiman de forma preoperatoria la cantidad de injerto necesario para realizar elevaciones de seno, alcanzando una determinada altura. Uchida y cols. (95) establecen que para lograr  $15 \text{ mm}$  de altura son necesarios  $5,45 \text{ cm}^3$  de injerto y para llegar a  $20 \text{ mm}$  son requeridos  $7,96 \text{ cm}^3$ . Arias y cols. (101) que al igual que nosotros emplean el programa Compudent Navigator, establecen que para realizar un aumento de  $13,4 \text{ mm}$  de altura, es necesario un volumen medio de injerto de  $2,4 \text{ cm}^3$  y para elevar  $15 \text{ mm}$  es requerido un volumen de  $3 \text{ cm}^3$ .

Se puede apreciar que aunque los objetivos de los estudios eran diferentes, los resultados mostrados por Kirmeier y cols., Arias y cols. y Wanschitz y cols. (97,101,290) son similares entre ellos, sin embargo, los valores ofrecidos por Uchida y cols. (95) son bastante más elevados. Nuestros resultados no son comparables, ya que a diferencia de estos autores, en nuestro trabajo el planteamiento no fue determinar ni la reabsorción, ni el volumen de hueso necesario para alcanzar cierta altura. En nuestro caso, estimamos un volumen indispensable para la colocación de un implante y verificamos a posteriori, si con las elevaciones de seno se había obtenido esa cantidad. A pesar de ello, los volúmenes totales de injerto obtenidos en nuestro estudio, no difieren mucho de los encontrados en los artículos revisados, si bien es cierto que el volumen alcanzado con las elevaciones sinusales asistidas por globo, es ligeramente inferior. Asimismo, cabe mencionar que no se ha encontrado ningún artículo sobre este tipo de elevaciones, en donde hayan calculado los volúmenes de injerto.

Como se explicó en el apartado de material y método, el objetivo tras las elevaciones de seno era la colocación de implantes de medidas adecuadas. De esta forma, se estableció que para la colocación de una fijación de  $5 \times 12 \text{ mm}$ , era necesario alcanzar una altura de  $13 \text{ mm}$  y un volumen de  $0,72 \text{ cm}^3$  y para la inserción de un implante de  $4 \times 10 \text{ mm}$  se requería una altura de  $11 \text{ mm}$  y un volumen de  $0,46 \text{ cm}^3$ .

Si analizamos los volúmenes en el lugar de colocación de los implantes, los datos referentes al volumen medio de la cresta residual fueron de  $0,26 \text{ cm}^3$  en ambos grupos y el volumen medio ganado con el injerto fue de  $0,55 \text{ cm}^3$  en el grupo del globo y de  $0,76 \text{ cm}^3$  en el grupo tradicional, siendo las diferencias significativas en relación a este último punto. En consecuencia, el volumen medio óseo final fue de  $0,81 \text{ cm}^3$  en el grupo del globo y de  $1,03 \text{ cm}^3$  en el lado tradicional, lo que demuestra que la ganancia de volumen fue mayor con las elevaciones de seno maxilar de ventana lateral. Sin embargo los resultados parecen correctos en ambos casos, ya que para la colocación de un implante de  $5 \times 12 \text{ mm}$ , se consideró necesario un volumen de  $0,72 \text{ cm}^3$  y con las dos técnicas se supera ese valor. No hay ningún trabajo publicado en donde únicamente midan el volumen óseo en el sitio concreto donde va a ir ubicado el implante. De esta forma, resulta complicado comparar nuestros datos con otros artículos presentes en la literatura.

Tepper y cols. (292) realizaron elevaciones de seno maxilar con ventana lateral, en donde posteriormente colocaron 4 fijaciones. El volumen medio de injerto encontrado tras las elevaciones sinusales fue de  $2,8 \text{ cm}^3$ , lo que se traduce en un volumen de  $0,7 \text{ cm}^3$  por implante, siendo de este modo, estas cifras muy similares a las de nuestro trabajo.

Krennmair y cols. (96) establecen en su trabajo que para la instalación de implantes de 10 y de 15 mm es necesaria una altura ósea de 12 y 17 mm respectivamente. Teniendo en cuenta el reborde alveolar residual de los pacientes, en los casos donde se planificó la colocación de implantes de 10 mm, fue necesario un aumento medio en altura de 7,2 mm lo que se correspondió con  $1,7 \text{ cm}^3$  de biomaterial. En el caso de los implantes de 15 mm se requirió un incremento medio en altura de 12,4 mm o  $3,6 \text{ cm}^3$  de injerto. La desventaja de este trabajo, es que no determinan el número de implantes que se van a colocar en cada seno maxilar, por lo que los resultados no son comparables con los obtenidos en nuestro estudio.

Si comparamos las dimensiones de los implantes colocados tras las elevaciones de seno maxilar, las medidas registradas son similares a las de nuestro trabajo. En las publicaciones de Kfir y cols. (51-54), los implantes fueron de 3,75 a 5 mm de diámetro y de 13 a 17 mm de altura, siendo estas dimensiones ligeramente superiores al tamaño de las fijaciones planificadas en nuestro estudio, en donde colocamos implantes de  $5 \times$

12 y 4 x 10 mm. Peñarrocha y cols. (59) emplean implantes de 4,2 y 5 mm de diámetro y de 10 y 11,5 mm de altura, mientras que Mazor y cols. instalan fijaciones de 5 x 13 mm (36).

En relación al número de implantes, en la literatura se ha podido observar que la mayoría de los trabajos coinciden con nosotros, ya que en los estudios de Mazor y cols., Kfir y cols. y Hu y cols. se colocaron 37, 72, 42 y 26 implantes respectivamente (36,52,54,57).

En el presente trabajo se planificó la colocación de 133 fijaciones, 65 en el grupo del globo y 68 en las elevaciones de seno tradicionales. No obstante, tras los injertos sinusales, en el lado del globo sólo se obtuvo el volumen óseo suficiente para colocar 52 implantes y en el grupo tradicional finalmente se pudieron instalar 67 fijaciones, siendo estas diferencias estadísticamente significativas.

Asimismo, como se puede observar en la tabla 6, registramos en qué posición iban a ir colocados los implantes. Sin embargo, los únicos autores que realizan elevaciones de seno con globo y que indican que dientes iban a ser reemplazados, son Peñarrocha y cols (59). En su trabajo, únicamente se colocaron seis implantes, dos de ellos se ubicaron en posición de segundos premolares, tres sirvieron para reponer primeros molares y uno para sustituir un segundo molar.

	<b>Grupo globo</b>	<b>Grupo tradicional</b>
<b>2 PM</b>	18 implantes (27,7%)	21 implantes (30,9%)
<b>1 Molar</b>	31 implantes (47,7%)	32 implantes (47,1%)
<b>2 Molar</b>	16 implantes (24,6%)	15 implantes (22,1%)

Tabla 6. Ubicación de los implantes en ambos grupos.

Nos pareció interesante anotar el número de implantes planificados y colocados en cada elevación de seno maxilar, dividiendo los resultados, en función de si se había programado la instalación de 1, 2, o 3 implantes (Tabla 8). En la mayoría de los estudios de Kfir y cols. se colocaron una media de 2 implantes por paciente (51-53), sin embargo en los trabajos de Hu y cols. y Peñarrocha y cols. la media encontrada fue de 1 fijación (57,59).

Distribución de los implantes		Implantes planificados	Fracaso Volumen Final	Éxito Volumen Final
1 implante previsto	Tradicional	5	1 (20%)	4 (80%)
	Globo	7	1 (14,3%)	6 (85,7%)
2 implantes previstos	Tradicional	42	0 (0%)	42 (100%)
	Globo	40	6 (15%)	34 (85%)
3 implantes previstos	Tradicional	21	0 (0%)	21 (100%)
	Globo	18	6 (33,3%)	12 (66,7%)

Tabla 8. Incidencia de éxito y de fracaso del volumen final en función del número de implantes previstos.

Tras analizar los resultados, se observó que cuando se planificó la colocación de 1 solo implante, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos de elevaciones de seno. Sin embargo, en los casos en donde se habían programado 2 y 3 fijaciones, sí que se observaron diferencias significativas, traduciéndose esto, en que en el grupo del globo, el volumen óseo fue inferior y se pudieron colocar un menor número de implantes que en el grupo tradicional.

Sin embargo, estas conclusiones tienen una explicación; a diferencia del resto de estudios en donde se emplea un catéter-globo para elevar el seno maxilar, en nuestro trabajo, los implantes se colocaron de forma diferida. De esta forma, a la hora de

realizar la elevación sinusal, sólo se efectuó una perforación centrada sobre la cresta a través de la cual, se introdujo posteriormente el catéter-globo. En el resto de trabajos publicados, al colocar los implantes de forma inmediata, efectuaron una perforación por cada fijación que va iba a ser colocada, por lo tanto elevaron la membrana sinusal con el globo e introdujeron el injerto óseo a través de diferentes perforaciones localizadas a lo largo de la brecha, obteniendo de esta forma, una mayor cantidad de hueso.

Este inconveniente se manifiesta si se analizan los casos en donde se había planificado la colocación de 2 y 3 implantes. En 6 elevaciones de seno con el globo, se programó la inserción de 3 implantes y en todas ellas, se pudieron colocar 2 fijaciones en vez de 3, ya que el volumen óseo fue insuficiente para colocar la tercera. Con respecto a los casos de 2 fijaciones, se realizaron 20 elevaciones de seno con globo para su posterior colocación. En 3 elevaciones, no se pudieron colocar los implantes; ya que en una de ellas, se perforó la membrana sinusal y en las otras dos no se alcanzó el volumen suficiente para colocar ninguna fijación.

Consideramos de esta forma, que para casos de múltiples implantes, independientemente de la colocación inmediata o diferida de éstos, es necesario elevar la membrana sinusal desde diferentes puntos. Si sólo se realiza desde un lugar en concreto, el injerto queda localizado y no se extiende lo suficiente hacia mesial y a distal, posibilitando de esta forma la colocación de más implantes. Con esto, nos referimos a que si estuviesen ausentes el 2º premolar, el 1º molar y el 2º molar, se deberían realizar dos intervenciones, una a la altura del 2º premolar y otra en el espacio del 2º molar. Kfir y cols. (53) realizaron un estudio multicéntrico, en donde llevaron a cabo 109 elevaciones de seno maxilar con catéter-globo; de la misma forma que en nuestro trabajo, anotaron cuantos implantes se habían colocado por paciente. En el 23,2% de los pacientes se colocó 1 implante, en el 52,6% se instalaron 2, en el 22,3 % se insertaron 3 y en el 1,8 % restante, las fijaciones se colocaron más adelante por falta de estabilidad primaria. Estos autores no encontraron el mismo inconveniente que nosotros en los casos de 2 y 3 fijaciones, siendo posible la colocación de todas ellas, ya que como se ha explicado anteriormente, elevaron la membrana sinusal e introdujeron el injerto a través de las múltiples perforaciones realizadas para colocar cada implante. En el caso de la elevación de seno tradicional, es más sencillo evitar este contratiempo, ya que se puede jugar con el tamaño de la ventana, haciéndola más grande y por lo tanto

introduciendo una mayor cantidad de injerto, cuando el número de implantes a colocar es mayor.

Kfir y cols. (52-54) consideran el procedimiento como un éxito, cuando se cumplen estos tres requisitos: lograr la elevación de la membrana sinusal más de 10 mm, introducir el injerto óseo y colocar los implantes de forma inmediata. Nosotros establecimos dos tipos de éxitos, uno en relación a la colocación de los implantes, y otro tomando como referencia la elevación de seno en general. De esta forma se determinó como “éxito de la colocación de los implantes” cuando se alcanzó tanto el volumen como la altura ósea, para colocar el implante que se había planificado, estando representado por un 80% en el grupo del globo y por un 98,5% en el grupo tradicional.

Se consideró “éxito de la elevación de seno maxilar”, cuando se obtuvo el volumen y la altura de injerto suficiente para colocar todos los implantes previstos en cada elevación de seno maxilar. En el grupo del globo se observó un 69% de éxito, mientras que en el tradicional se encontró un 97% de éxito.

Una de las limitaciones de este trabajo, ha sido el seguimiento a largo plazo de los pacientes. Si se hubiesen realizado controles posteriores en el tiempo, se podrían haber analizado tanto la reabsorción de los injertos, como el éxito y la supervivencia de los implantes. Se registraron únicamente las revisiones hasta la segunda fase de los implantes, sin observarse ningún tipo de complicación. En los estudios de Kfir y cols. (52,54), realizaron un seguimiento de 6 meses tras las elevaciones y colocación inmediata de las fijaciones, observando 2 fracasos de implantes a las 3 semanas de su colocación. De la misma forma Hu y cols. (57) llevaron a cabo un seguimiento de 15,9 meses, observando el fracaso de un implante dos semanas después de su inserción y Peñarrocha y cols. (59) revisaron a sus pacientes hasta un año después de la carga protésica de los implantes, sin registrar ningún tipo de inconveniente.

Raja y cols. (23) en su revisión sobre diferentes técnicas de elevación de seno maxilar, concluyen que la técnica de globo permite un despegamiento más delicado de la membrana sinusal y que, tanto el dolor postoperatorio, el sangrado, como las posibilidades de infección, se reducen. Además, el tiempo de trabajo es relativamente corto y es una técnica beneficiosa, cuando el acceso al seno se complica debido a la presencia de dientes adyacentes. Kfir y cols., Hu y cols., Peñarrocha y cols. y Schwarz y cols. (53,54,57,59,262) coinciden con las conclusiones descritas por Raja y cols. (23),

estableciendo además que la utilización de este tipo de dispositivo, hace que el procedimiento sea mínimamente invasivo, simplifica la técnica quirúrgica y requiere una curva de aprendizaje corta. Con respecto al paciente, sostienen que esta técnica disminuye la tasa de complicaciones, la incomodidad y la hinchazón asociadas a la técnica convencional. Asimismo, Torres-Lagares y cols. (263) establecen que quedan fuera de toda duda, las múltiples ventajas que presenta la cirugía de mínima invasión, sin embargo comenta que en las técnicas en las que la visibilidad está reducida, la experiencia del cirujano es un factor clave para el éxito del tratamiento.

Los resultados de esta técnica son aceptables, comparados a la elevación de seno convencional (224,274). En nuestro estudio, todos los parámetros relacionados con la altura y el volumen óseo han sido superiores con la técnica de elevación de seno tradicional, sin embargo en la mayoría de los casos, con ambas técnicas se ha logrado colocar fijaciones de tamaño estándar. De esta forma, la poca invasividad de la técnica de globo y por tanto la comodidad del paciente, serían las principales ventajas derivadas de su uso. Por ello, coincidimos con otros autores en que la elevación de seno maxilar, mediante técnica de catéter-globo, resulta un procedimiento sencillo, cómodo y predecible resultando beneficioso tanto para el clínico como para el paciente.



## **VII. CONCLUSIONES**

De acuerdo a los objetivos planteados inicialmente y atendiendo a los resultados obtenidos en este trabajo, podemos concluir que:

- 1.- La técnica de catéter-globo es un procedimiento alternativo a la elevación de seno convencional, menos invasivo y por tanto, más cómodo para el paciente.
- 2.- Con la técnica de catéter-globo, la tasa de complicaciones peri o postoperatorias se ve reducida en comparación con la técnica convencional.
- 3.- Se trata de un procedimiento predecible y capaz de proporcionar un volumen óseo adecuado para la rehabilitación del sector posterior del maxilar, mediante implantes osteointegrados de medida estándar (4x10 mm y/o hasta 5x12 mm).
- 4.- La ganancia ósea obtenida con la técnica de catéter-globo es menor comparada con la elevación de seno convencional. Se trata de una técnica óptima cuando es necesario instalar 1 o 2 implantes, sin embargo si se requiere la colocación de un mayor número de fijaciones, se deberá elevar el suelo del seno en diferentes localizaciones a lo largo de la brecha desdentada.

## **VIII. BIBLIOGRAFÍA**

- 1- Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson A.R. The long-term efficacy or currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1(1):11-25.
- 2- Astrand P, Ahlqvist J, Gunne J, Nilson H. Implant treatment of patients with edentulous jaws: a 20-year follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008;10(4):207-217.
- 3- Dierens M, Vandeweghe S, Kisch J, Nilner K, De Bruyn H. Long-term follow-up of turned single implants placed in periodontally healthy patients after 16-22 years: radiographic and peri-implant outcome. *Clin Oral Implants Res* 2012;23(2):197-204.
- 4- Bränemark P.I, Adell R, Breine U, Hansson B.O, Lindström J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1969;3(2):81-100.
- 5- Adell R, Hansson B.O, Bränemark P.I, Breine U. Intra-osseous anchorage of dental prostheses II. Review of clinical approaches. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1970;4(1):19-34.
- 6- Bränemark P.I, Hansson B.O, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1977;16 Suppl:1-132.
- 7- Adell R, Lekholm U, Rockler B, Bränemark P.I. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10(6):387-416.
- 8- Bränemark P.I, Zarb G, Albrektsson T. Tissue-integrated prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry. Chicago: Quintessence; 1985.
- 9- Mozzati M, Arata V, Gallesio G, Mussano F, Carossa S. Immediate postextraction implant placement with immediate loading for maxillary full-arch rehabilitation: A two-year retrospective analysis. *J Am Dent Assoc* 2012;143(2):124-133.
- 10- Margossian P, Mariani P, Stephan G, Margerit J, Jorgensen C. Immediate loading of mandibular dental implants in partially edentulous patients: a prospective randomized comparative study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2012;32(2):e51-e58.

- 11- Esposito M, Grusovin MG, Felice P, Karatzopoulos G, Worthington H.V, Coulthard P. The efficacy of horizontal and vertical bone augmentation procedures for dental implants - a Cochrane systematic review. *Eur J Oral Implantol* 2009;2(3):167-184.
- 12- Misch C.E. *Implantología contemporánea*. 3ª ed. España: Elsevier; 2009.
- 13- Chiapasco M, Zaniboni M, Boisco M. Augmentation procedures for the rehabilitation of deficient edentulous ridges with oral implants. *Clin Oral Implants Res* 2006;17(Suppl 2):136-159.
- 14- Donado Rodríguez M. *Anatomía implantológica: bases morfológicas y su aplicación clínica en implantología dental*. Barcelona: Ars Medica; 2003.
- 15- Jensen O.T. *The Sinus Bone Graft*. 2ª ed. Chicago: Quintessence; 2006.
- 16- Tan W.L, Wong T.L, Wong M.C, Lang N.P. A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res* 2012;23(Suppl 5):1-21.
- 17- Van der Weijden F, Dell'Acqua F, Slot D.E. Alveolar bone dimensional changes of post-extraction sockets in humans: a systematic review. *J Clin Periodontol* 2009;36(12):1048-1058.
- 18- Tallgren A, Lang B.R, Walker G.F, Ash M.M Jr. Roentgen cephalometric analysis of ridge resorption and changes in jaw and occlusal relationships in immediate complete denture wearers. *J Oral Rehabil* 1980;7(1):77-94.
- 19- Wictorin L. Bone resorption in cases with complete upper denture. a quantitative roentgenographic-photogrammetric study. *Acta Radiol Diagn* 1964;228 Suppl:1-97.
- 20- Tallgren A. The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years. 1972. *J Prosthet Dent* 2003;89(5):427-435.
- 21- Atwood D.A. Bone loss of edentulous alveolar ridges. *J Periodontol* 1979;50(4):11-21.
- 22- Atwood D.A, Coy W.A. Clinical, cephalometric, and densitometric study of reduction of residual ridges. *J Prosthet Dent* 1971;26(3):280-295.

- 23- Raja S.V. Management of the posterior maxilla with sinus lift: review of techniques. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67(8):1730-1734.
- 24- De Vicente Rodríguez J.C. Implantología bucal en situaciones límite en los maxilares. Aplicaciones extrabucuales. Tratado de odontología. Madrid: Trigo; 1998.
- 25- Misch C.E, Judy K.W. Classification of partially edentulous arches for implant dentistry. *Int J Oral Implantol* 1987;4(2):7-13.
- 26- Cawood J.I, Howell R.A. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17(4):232-236.
- 27- Moses O, Nemcovsky C.E, Langer Y, Tal H. Severely resorbed mandible treated with iliac crest autogenous bone graft and dental implants: 17-year follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22(6):1017-1021.
- 28- Gutta R, Waite P.D. Cranial bone grafting and simultaneous implants: a submental technique to reconstruct the atrophic mandible. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2008;46(6):477-479.
- 29- Zitzmann N.U, Schärer P, Marinello C.P. Long-term results of implants treated with guided bone regeneration: a 5-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16(3):355-366.
- 30- Mozzati M, Monfrin S.B, Pedretti G, Schierano G, Bassi F. Immediate loading of maxillary fixed prostheses retained by zygomatic and conventional implants: 24-month preliminary data for a series of clinical case reports. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23(2):308-314.
- 31- Vrielinck L, Politis C, Schepers S, Pauwels M, Naert I. Image-based planning and clinical validation of zygoma and pterygoid implant placement in patients with severe bone atrophy using customized drill guides. Preliminary results from a prospective clinical follow-up study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2003;32(1):7-14.
- 32- Vega L.G, Bilbao A. Alveolar distraction osteogenesis for dental implant preparation: an update. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2010;22(3):369.

- 33- Hashemi H.M, Javidi B. Comparison between interpositional bone grafting and osteogenic alveolar distraction in alveolar bone reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg* 2010;68(8):1853-1858.
- 34- Trombelli L, Minenna P, Franceschetti G, Minenna L, Ito A, Farina R. Minimally invasive technique for transcrestal sinus floor elevation: a case report. *Quintessence Int* 2010;41(5):363-369.
- 35- Steiner G.G, Steiner D.M, Herbias M.P, Steiner R. Minimally invasive sinus augmentation. *J Oral Implantol* 2010;36(4):295-304.
- 36- Mazor Z, Kfir E, Lorean A, Mijiritsky E, Horowitz R.A. Flapless approach to maxillary sinus augmentation using minimally invasive antral membrane balloon elevation. *Implant Dent* 2011;20(6):434-438.
- 37- Kim J, Sohn D, Heo J, Park J, Jung H, Moon J, et al. Minimally invasive sinus augmentation using ultrasonic piezoelectric vibration and hydraulic pressure: a multicenter retrospective study. *Implant Dent* 2012;21(6):536-542.
- 38- Polak D, Shapira L. From maximally to minimally invasive surgery for sinus floor augmentation. *Compend Contin Educ Dent* 2013; Spec No 34:19-24.
- 39- Boyne P. Lectures to Postgraduate Course. Paper presented at: US Navy Dental School, National Naval Medical Center. 1965-1968.
- 40- Boyne P. Restoration of osseous defects in maxillofacial casualties. *J Am Dent Assoc* 1969;78:767-776.
- 41- Kahnberg K, Vannas-Löfqvist L. Sinus lift procedure using a 2-stage surgical technique: I. Clinical and radiographic report up to 5 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23(5):876-884.
- 42- Ferrigno N, Laureti M, Fanali S. Dental implants placement in conjunction with osteotome sinus floor elevation: a 12-year life-table analysis from a prospective study on 588 ITI implants. *Clin Oral Implants Res* 2006;17(2):194-205.
- 43- Manso M.C, Wassal T. A 10-year longitudinal study of 160 implants simultaneously installed in severely atrophic posterior maxillas grafted with autogenous bone and a synthetic bioactive resorbable graft. *Implant Dent* 2010;19(4):351-360.

- 44- Stern A, Green J. Sinus lift procedures: an overview of current techniques. *Dent Clin North Am* 2012;56(1):219.
- 45- Rodoni L.R, Glauser R, Feloutzis A, Hämmerle C.H. Implants in the posterior maxilla: a comparative clinical and radiologic study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20(2):231-237.
- 46- Listl S, Faggion C.M Jr. An economic evaluation of different sinus lift techniques. *J Clin Periodontol* 2010;37(8):777-787.
- 47- Barone A, Ricci M, Covani U, Nannmark U, Azarmehr I, Calvo-Guirado J. Maxillary sinus augmentation using prehydrated corticocancellous porcine bone: hystomorphometric evaluation after 6 months. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14(3):373-379.
- 48- Scarano A, Degidi M, Iezzi G, Pecora G, Piattelli M, Orsini G, et al. Maxillary sinus augmentation with different biomaterials: a comparative histologic and histomorphometric study in man. *Implant Dent* 2006;15(2):197-207.
- 49- Sbordone L, Toti P, Menchini-Fabris G, Sbordone C, Guidetti F. Implant success in sinus-lifted maxillae and native bone: a 3-year clinical and computerized tomographic follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(2):316-324.
- 50- Martínez-González J.M, Barona C, Blanco A.L, Del Canto M, Fernández I. Estudio a través de la ortopantomografía de las posibilidades de demanda social en implantología avanzada. *Prof Dent* 1996;14:24-28.
- 51- Kfir E, Kfir V, Mijiritsky E, Rafaeloff R, Kaluski E. Minimally invasive antral membrane balloon elevation followed by maxillary bone augmentation and implant fixation. *J Oral Implantol* 2006;32(1):26-33.
- 52- Kfir E, Kfir V, Eliav E, Kaluski E. Minimally invasive antral membrane balloon elevation: report of 36 procedures. *J Periodontol* 2007;78(10):2032-2035.
- 53- Kfir E, Goldstein M, Yerushalmi I, Rafaelov R, Mazor Z, Kfir V, et al. Minimally invasive antral membrane balloon elevation - results of a multicenter registry. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009;11(Suppl 1):e83-e91.



- 54- Kfir E, Goldstein M, Rafaelov R, Yerushalmi I, Kfir V, Mazor Z, et al. Minimally invasive antral membrane balloon elevation in the presence of antral septa: a report of 26 procedures. *J Oral Implantol* 2009;35(5):257-267.
- 55- Kfir E, Kfir V, Kaluski E, Mazor Z, Goldstein M. Minimally invasive antral membrane balloon elevation for single-tooth implant placement. *Quintessence Int* 2011;42(8):645-650.
- 56- Kfir E, Goldstein M, Abramovitz I, Kfir V, Mazor Z, Kaluski E. The effects of sinus membrane pathology on bone augmentation and procedural outcome using minimal invasive antral membrane balloon elevation. *J Oral Implantol* 2014;40(3):285-293.
- 57- Hu X, Lin Y, Metzmacher A, Zhang Y. Sinus membrane lift using a water balloon followed by bone grafting and implant placement: a 28-case report. *Int J Prosthodont* 2009;22(3):243-247.
- 58- Stelzle F, Benner K. Evaluation of different methods of indirect sinus floor elevation for elevation heights of 10mm: an experimental ex vivo study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2011;13(2):124-133.
- 59- Peñarrocha-Diago M, Galán-Gil S, Carrillo-García C, Peñarrocha-Diago D, Peñarrocha-Diago M. Transcrestal sinus lift and implant placement using the sinus balloon technique. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2012;17(1):e122-e128.
- 60- Jank S, Kurrek A, Wainwright M, Bek V.E, Troedhan A. Rupture length of the sinus membrane after 1.2 mm puncture and surgical sinus elevation: an experimental animal cadaver study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;112(5):568-572.
- 61- Chan H, Oh T, Fu J, Benavides E, Avila-Ortiz G, Wang H. Sinus augmentation via transcrestal approach: a comparison between the balloon and osteotome technique in a cadaver study. *Clin Oral Implants Res* 2013;24(9):985-990.
- 62- Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24 Suppl:237-259.

- 63- Annibali S, Cristalli MP, Dell'Aquila D, Bignozzi I, La Monaca G, Pilloni A. Short dental implants: a systematic review. *J Dent Res* 2012;91(1):25-32.
- 64- Maestre-Ferrín L, Boronat-López A, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M. Augmentation procedures for deficient edentulous ridges, using onlay autologous grafts: an update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2009;14(8):e402-e407.
- 65- Katsuyama H, Jensen S.S. ITI Treatment Guide. Técnica de elevación de seno maxilar. Chicago: Quintessence; 2012.
- 66- Gutiérrez J.L, García-Calderón M. Integración de la implantología en la práctica odontológica. Madrid: Ergón; 2002.
- 67- Becker W, Becker BE. Replacement of maxillary and mandibular molars with single endosseous implant restorations: a retrospective study. *J Prosthet Dent* 1995 07;74(1):51-55.
- 68- Weinberg L.A. The biomechanics of force distribution in implant-supported prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8(1):19-31.
- 69- Olate S, Lyrio M.C, de Moraes M, Mazzonetto R, Moreira R.W. Influence of diameter and length of implant on early dental implant failure. *J Oral Maxillofac Surg* 2010;68(2):414-419.
- 70- Sun HL, Huang C, Wu Y.R, Shi B. Failure rates of short ( $\leq 10$  mm) dental implants and factors influencing their failure: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26(4):816-825.
- 71- Donado Rodríguez M, Martínez González J.M. Cirugía bucal : Patología y Técnica. 4ª ed. Barcelona: Elsevier Masson; 2005.
- 72- Uchida Y, Goto M, Katsuki T, Akiyoshi T. A cadaveric study of maxillary sinus size as an aid in bone grafting of the maxillary sinus floor. *J Oral Maxillofac Surg* 1998;56(10):1158-1163.
- 73- Underwood A.S. An Inquiry into the Anatomy and Pathology of the Maxillary Sinus. *J Anat Physiol* 1910;44:354-369.

- 74- Krennmair G, Ulm C.W, Lugmayr H, Solar P. The incidence, location, and height of maxillary sinus septa in the edentulous and dentate maxilla. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57(6):667-671.
- 75- Baladrón J, Colmenero C, Elizondo J, González J, Hernández-Alfaro F, Monje F, et al. *Cirugía Avanzada en Implantes*. Madrid: Ergón; 2000.
- 76- Pommer B, Ulm C, Lorenzoni M, Palmer R, Watzek G, Zechner W. Prevalence, location and morphology of maxillary sinus septa: systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2012;39(8):769-773.
- 77- Beretta M, Cicciù M, Bramanti E, Maiorana C. Schneider membrane elevation in presence of sinus septa: anatomic features and surgical management. *Int J Dent* 2012;2012:261905. Epub 2012 Jul 17.
- 78- Testori T, Wallace S.S, Del Fabbro M, Taschieri S, Trisi P, Capelli M, et al. Repair of large sinus membrane perforations using stabilized collagen barrier membranes: surgical techniques with histologic and radiographic evidence of success. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28(1):9-17.
- 79- Cakur B, Sümbüllü M.A, Durna D. Relationship among Schneiderian membrane, Underwood's septa, and the maxillary sinus inferior border. *Clin Implant Dent Relat Res* 2013;15(1):83-87.
- 80- Rosano G, Taschieri S, Gaudy J, Weinstein T, Del Fabbro M. Maxillary sinus vascular anatomy and its relation to sinus lift surgery. *Clin Oral Implants Res* 2011;22(7):711-715.
- 81- Kang S, Shin S, Herr Y, Kwon Y, Kim G, Chung J. Anatomical structures in the maxillary sinus related to lateral sinus elevation: a cone beam computed tomographic analysis. *Clin Oral Implants Res* 2013;24(Suppl A100):75-81.
- 82- Ilgüy D, Ilgüy M, Dolekoglu S, Fisekcioglu E. Evaluation of the posterior superior alveolar artery and the maxillary sinus with CBCT. *Braz Oral Res* 2013;27(5):431-437.
- 83- Martín Villa L. *Técnica de injerto del seno maxilar y su aplicación en implantología*. Barcelona: Elsevier Masson; 2005.

- 84- Sobotta J,. Atlas de anatomía humana Sobotta. Tomo 1 Cabeza, cuello y miembro superior. 21ª ed. Madrid: Panamericana; 2000.
- 85- Bhat S, Shetty S, Shenoy K.K. Imaging in implantology. J Indian Prosthodont Soc 2005;5(1):10-14.
- 86- Lindhe J. Periodontología clínica e implantología odontológica. 3ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2000.
- 87- Neugebauer J, Ritter L, Mischkowski R.A, Dreiseidler T, Scherer P, Ketterle M, et al. Evaluation of maxillary sinus anatomy by cone-beam CT prior to sinus floor elevation. Int J Oral Maxillofac Implants 2010;25(2):258-265.
- 88- Baciut M, Hedesiu M, Bran S, Jacobs R, Nackaerts O, Baciut G. Pre- and postoperative assessment of sinus grafting procedures using cone-beam computed tomography compared with panoramic radiographs. Clin Oral Implants Res 2013;24(5):512-516.
- 89- Gray C.F, Staff R.T, Redpath T.W, Needham G, Renny N.M. Assessment of maxillary sinus volume for the sinus lift operation by three-dimensional magnetic resonance imaging. Dentomaxillofac Radiol 2000;29(3):154-158.
- 90- Senel FC, Duran S, Icten O, Izbudak I, Cizmeci F. Assessment of the sinus lift operation by magnetic resonance imaging. Br J Oral Maxillofac Surg 2006;44(6):511-514.
- 91- Maestre-Ferrín L, Carrillo-García C, Galán-Gil S, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M. Prevalence, location, and size of maxillary sinus septa: panoramic radiograph versus computed tomography scan. J Oral Maxillofac Surg 2011;69(2):507-511.
- 92- Diniz A.F, Mendonça E.F., Leles C.R, Guilherme A.S, Cavalcante M.P, Silva M.A. Changes in the pre-surgical treatment planning using conventional spiral tomography. Clin Oral Implants Res 2008;19(3):249-253.
- 93- Baladrón J, Rodríguez O, Fernández JM, Peña J, Peña F. Reconstrucción de maxilar atrófico con injerto de cresta iliaca y prótesis fija. Maxillaris 2008:120-136.

- 94- Farley N.E, Kennedy K, McGlumphy E.A, Clelland N.L. Split-mouth comparison of the accuracy of computer-generated and conventional surgical guides. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;28(2):563-572.
- 95- Uchida Y, Goto M, Katsuki T, Soejima Y. Measurement of maxillary sinus volume using computerized tomographic images. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13(6):811-818.
- 96- Krennmair G, Krainhöfner M, Maier H, Weinländer M, Piehslinger E. Computerized tomography-assisted calculation of sinus augmentation volume. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21(6):907-913.
- 97- Kirmeier R, Payer M, Wehrsuetz M, Jakse N, Platzer S, Lorenzoni M. Evaluation of three-dimensional changes after sinus floor augmentation with different grafting materials. *Clin Oral Implants Res* 2008;19(4):366-372.
- 98- Mazzocco F, Lops D, Gobbato L, Lolato A, Romeo E, del Fabbro M. Three-dimensional volume change of grafted bone in the maxillary sinus. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29(1):178-184.
- 99- Favato M.N, Vidigal B.C, Cosso M.G, Manzi F.R, Shibli J.A, Zenóbio E.G. Impact of human maxillary sinus volume on grafts dimensional changes used in maxillary sinus augmentation: a multislice tomographic study. *Clin Oral Implants Res* 2014; Oct 4. Epub ahead of print.
- 100- Dellavia C, Speroni S, Pellegrini G, Gatto A, Maiorana C. A new method to evaluate volumetric changes in sinus augmentation procedure. *Clin Implant Dent Relat Res* 2014;16(5):684-690.
- 101- Arias-Irimia O, Barona Dorado C, Martínez-Rodríguez N, Ortega-Aranegui R, Martínez-González J.M. Pre-operative evaluation of the volume of bone graft in sinus lifts by means of CompuDent. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2010;15(3):e512-e516.
- 102- Arias-Irimia O, Barona Dorado C, Gómez Moreno G, Brinkmann J.C, Martínez-González J.M. Pre-operative measurement of the volume of bone graft in sinus lifts using CompuDent. *Clin Oral Implants Res* 2012;23(9):1070-1074.

- 103- Kim Y, Yun P, Kim S, Kim B, Ong J.L. Evaluation of sinus bone resorption and marginal bone loss after sinus bone grafting and implant placement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107(2):e21-e28.
- 104- Simion M, Jovanovic S.A, Trisi P, Scarano A, Piattelli A. Vertical ridge augmentation around dental implants using a membrane technique and autogenous bone or allografts in humans. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1998;18(1):8-23.
- 105- Villarreal P.M, Fernández-Bustillo Á, Acero J, Arruti J.A, Baladrón J, Bilbao A. et al. I Conferencia Nacional de Consenso sobre el Injerto Óseo del Seno Maxilar. *Rev Esp Cirug Oral y Maxilofac* 2010;32:41-63.
- 106- Tatum H. Jr. Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clin North Am* 1986;30(2):207-229.
- 107- Boyne P.J. Restoration of deficient edentulous ridges by bone grafting and the use of subperiosteal metal implants. *Int J Oral Surg* 1974;3(5):278-281.
- 108- Boyne P.J, James R.A. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg* 1980;38(8):613-616.
- 109- Chiapasco M, Zaniboni M. Methods to treat the edentulous posterior maxilla: implants with sinus grafting. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67(4):867-871.
- 110- Esposito M, Felice P, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: augmentation procedures of the maxillary sinus. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;May 13(5): CD008397.
- 111- Esposito M, Grusovin MG, Felice P, Karatzopoulos G, Worthington HV, Coulthard P. Interventions for replacing missing teeth: horizontal and vertical bone augmentation techniques for dental implant treatment. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;Oct 7(4):CD003607.
- 112- García-Calderón M, Gutiérrez J.L, Compagni R. Tratamiento con implantes del maxilar posterior atrófico: alternativas al injerto óseo en el seno maxilar. *Periodoncia y Osteointegración* 1996;6:175-183.

- 113- Vandeweghe S, De Ferrerre R, Tschakaloff A, De Bruyn H. A wide-body implant as an alternative for sinus lift or bone grafting. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69(6):e67-e74.
- 114- Morand M, Irinakis T. The challenge of implant therapy in the posterior maxilla: providing a rationale for the use of short implants. *J Oral Implantol* 2007;33(5):257-266.
- 115- Esposito M, Grusovin M.G, Rees J, Karasoulos D, Felice P, Alissa R, et al. Effectiveness of sinus lift procedures for dental implant rehabilitation: a Cochrane systematic review. *Eur J Oral Implantol* 2010;3(1):7-26.
- 116- Garg A.K. Augmentation grafting of the maxillary sinus for placement of dental implants: anatomy, physiology, and procedures. *Implant Dent* 1999;8(1):36-46.
- 117- Jemt T, Häger P. Early complete failures of fixed implant-supported prostheses in the edentulous maxilla: a 3-year analysis of 17 consecutive cluster failure patients. *Clin Implant Dent Relat Res* 2006;8(2):77-86.
- 118- Snauwaert K, Duyck J, van Steenberghe D, Quirynen M, Naert I. Time dependent failure rate and marginal bone loss of implant supported prostheses: a 15-year follow-up study. *Clin Oral Investig* 2000;4(1):13-20.
- 119- Friberg B, Jemt T, Lekholm U. Early failures in 4,641 consecutively placed Brånemark dental implants: a study from stage I surgery to the connection of completed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6(2):142-146.
- 120- Yamamichi N, Itose T, Neiva R, Wang H. Long-term evaluation of implant survival in augmented sinuses: a case series. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28(2):163-169.
- 121- Schleier P, Bierfreund G, Schultze-Mosgau S, Moldenhauer F, Küpper H, Freilich M. Simultaneous dental implant placement and endoscope-guided internal sinus floor elevation: 2-year post-loading outcomes. *Clin Oral Implants Res* 2008;19(11):1163-1170.

122- Pommer B, Frantal S, Willer J, Posch M, Watzek G, Tepper G. Impact of dental implant length on early failure rates: a meta-analysis of observational studies. *J Clin Periodontol* 2011;38(9):856-863.

123- Anitua E, Orive G. Short implants in maxillae and mandibles: a retrospective study with 1 to 8 years of follow-up. *J Periodontol* 2010;81(6):819-826.

124- Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res* 2006;17(Suppl 2):35-51.

125- Renouard F, Nisand D. Short implants in the severely resorbed maxilla: a 2-year retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;7(Suppl 1):104-110.

126- Petrie C.S, Williams J.L. Comparative evaluation of implant designs: influence of diameter, length, and taper on strains in the alveolar crest. A three-dimensional finite-element analysis. *Clin Oral Implants Res* 2005;16(4):486-494.

127- Misch C.E, Steignga J, Barboza E, Misch-Dietsh F, Cianciola L.J, Kazor C. Short dental implants in posterior partial edentulism: a multicenter retrospective 6-year case series study. *J Periodontol* 2006;77(8):1340-1347.

128- Chaushu G, Mardinger O, Peleg M, Ghelfan O, Nissan J. Analysis of complications following augmentation with cancellous block allografts. *J Periodontol* 2010;81(12):1759-1764.

129- Browaeys H, Bouvry P, De Bruyn H. A literature review on biomaterials in sinus augmentation procedures. *Clin Implant Dent Relat Res* 2007;9(3):166-177.

130- Verhoeven J.W, Ruijter J, Cune M.S, Terlou M, Zoon M. Onlay grafts in combination with endosseous implants in severe mandibular atrophy: one year results of a prospective, quantitative radiological study. *Clin Oral Implants Res* 2000;11(6):583-594.

131- Jensen S.S, Broggin N, Hjørtting-Hansen E, Schenk R, Buser D. Bone healing and graft resorption of autograft, anorganic bovine bone and beta-tricalcium phosphate. A histologic and histomorphometric study in the mandibles of minipigs. *Clin Oral Implants Res* 2006;17(3):237-243.



- 132- Wiltfang J, Schultze-Mosgau S, Nkenke E, Thorwarth M, Neukam FW, Schlegel K.A. Onlay augmentation versus sinuslift procedure in the treatment of the severely resorbed maxilla: a 5-year comparative longitudinal study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2005;34(8):885-889.
- 133- Rocchietta I, Fontana F, Simion M. Clinical outcomes of vertical bone augmentation to enable dental implant placement: a systematic review. *J Clin Periodontol* 2008;35(8):203-215.
- 134- Bernstein S, Cooke J, Fotek P, Wang H. Vertical bone augmentation: where are we now? *Implant Dent* 2006;15(3):219-228.
- 135- Tinti C, Parma-Benfenati S, Polizzi G. Vertical ridge augmentation: what is the limit? *Int J Periodontics Restorative Dent* 1996;16(3):220-229.
- 136- García-Calderón M, Compagni R. Regeneración tisular guiada e implantes osteointegrados. *Revista Andaluza de Odontología y Estomatología* 1993;3:250-258.
- 137- Urban I.A, Jovanovic S.A, Lozada J.L. Vertical ridge augmentation using guided bone regeneration (GBR) in three clinical scenarios prior to implant placement: a retrospective study of 35 patients 12 to 72 months after loading. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(3):502-510.
- 138- Jovanovic S.A, Schenk R.K, Orsini M, Kenney E.B. Supracrestal bone formation around dental implants: an experimental dog study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10(1):23-31.
- 139- Chiapasco M, Romeo E, Casentini P, Rimondini L. Alveolar distraction osteogenesis vs. vertical guided bone regeneration for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a 1-3-year prospective study on humans. *Clin Oral Implants Res* 2004;15(1):82-95.
- 140- Aghaloo T.L, Moy P.K. Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22 Suppl:49-70.

- 141- Ilizarov G.A. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. Clin Orthop Relat Res 1989;238:249-281.
- 142- Ilizarov G.A. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. Clin Orthop Relat Res 1989;239:263-285
- 143- Benchemam Y, Benateau H, Labbé D, Kaluzinski E, Mundreuil M, Sabin P, et al. Distraction alveolaire. EMC-Dentisterie 2004;1(1):82-100.
- 144- Saulacic N, Zix J, Iizuka T. Complication rates and associated factors in alveolar distraction osteogenesis: a comprehensive review. Int J Oral Maxillofac Surg 2009;38(3):210-217.
- 145- Wolvius E.B, Scholtemeijer M, Weijland M, Hop W.C, van der Wal K.G. Complications and relapse in alveolar distraction osteogenesis in partially dentulous patients. Int J Oral Maxillofac Surg 2007;36(8):700-705.
- 146- Malevez C, Daelemans P, Adriaenssens P, Durdu F. Use of zygomatic implants to deal with resorbed posterior maxillae. Periodontol 2000 2003;33:82-89.
- 147- Nkenke E, Hahn M, Lell M, Wiltfang J, Schultze-Mosgau S, Stech B, et al. Anatomic site evaluation of the zygomatic bone for dental implant placement. Clin Oral Implants Res 2003;14(1):72-79.
- 148- Balshi T.J, Wolfinger G.J, Balshi S.F, 2. Analysis of 356 pterygomaxillary implants in edentulous arches for fixed prosthesis anchorage. Int J Oral Maxillofac Implants 1999;14(3):398-406.
- 149- Jensen S.S, Terheyden H. Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials. Int J Oral Maxillofac Implants 2009;24 Suppl:218-236.
- 150- Bahat O. Osseointegrated implants in the maxillary tuberosity: report on 45 consecutive patients. Int J Oral Maxillofac Implants 1992;7(4):459-467.

- 151- Aparicio C, Perales P, Rangert B. Tilted implants as an alternative to maxillary sinus grafting: a clinical, radiologic, and periotest study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2001;3(1):39-49.
- 152- Pjetursson B.E, Tan W.C, Zwahlen M, Lang N.P. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. *J Clin Periodontol* 2008;35(8):216-240.
- 153- Tatum O. Maxillary subantral grafting. Lectures presented at the Alabama Implant Study Group. 1977.
- 154- Del Fabbro M, Rosano G, Taschieri S. Implant survival rates after maxillary sinus augmentation. *Eur J Oral Sci* 2008;116(6):497-506.
- 155- Summers R.B. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium* 1994;15(2):152.
- 156- Summers R.B. The osteotome technique: Part 2-The ridge expansion osteotomy (REO) procedure. *Compendium* 1994;15(4):422.
- 157- Summers R.B. The osteotome technique: Part 3-Less invasive methods of elevating the sinus floor. *Compendium* 1994;15(6):698.
- 158- Summers RB. The osteotome technique: Part 4-Future site development. *Compend Contin Educ Dent* 1995;16(11):1090.
- 159- Watzek G. The Percrestal Sinuslift - From Illusion to Reality. Chicago: Quintessence; 2012.
- 160- Summers R.B. Sinus floor elevation with osteotomes. *J Esthet Dent* 1998;10:164-171.
- 161- Bruschi G.B, Scipioni A, Calesini G, Bruschi E. Localized management of sinus floor with simultaneous implant placement: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13(2):219-226.

- 162- Pjetursson B.E, Rast C, Brägger U, Schmidlin K, Zwahlen M, Lang N.P. Maxillary sinus floor elevation using the (transalveolar) osteotome technique with or without grafting material. Part I: Implant survival and patients' perception. Clin Oral Implants Res 2009;20(7):667-676.
- 163- Nedir R, Nurdin N, Vazquez L, Abi Najm S, Bischof M. Osteotome Sinus Floor Elevation without Grafting: A 10-Year Prospective Study. Clin Implant Dent Relat Res 2015; Mar 18. Epub ahead of print.
- 164- Rosen P.S, Summers R.B, Mellado J.R, Salkin L.M, Shanaman R.H, Marks M.H, et al. The bone-added osteotome sinus floor elevation technique: multicenter retrospective report of consecutively treated patients. Int J Oral Maxillofac Implants 1999;14(6):853-858.
- 165- Crespi R, Capparè P, Gherlone E. Sinus floor elevation by osteotome: hand mallet versus electric mallet. A prospective clinical study. Int J Oral Maxillofac Implants 2012;27(5):1144-1150.
- 166- Bernardello F, Righi D, Cosci F, Bozzoli P, Soardi C.M, Spinato S. Crestal sinus lift with sequential drills and simultaneous implant placement in sites with <5 mm of native bone: a multicenter retrospective study. Implant Dent 2011;20(6):439-444.
- 167- Fugazzotto P.A. The modified trephine/osteotome sinus augmentation technique: technical considerations and discussion of indications. Implant Dent 2001;10(4):259-264.
- 168- Fugazzotto P.A. Sinus floor augmentation at the time of maxillary molar extraction: technique and report of preliminary results. Int J Oral Maxillofac Implants 1999;14(4):536-542.
- 169- Toffler M. Staged sinus augmentation using a crestal core elevation procedure and modified osteotomes to minimize membrane perforation. Pract Proced Aesthet Dent 2002;14(9):767-774.
- 170- Kolerman R, Moses O, Artzi Z, Barnea E, Tal H. Maxillary sinus augmentation by the crestal core elevation technique. J Periodontol 2011;82(1):41-51.

- 171- Engelke W, Deckwer I. Endoscopically controlled sinus floor augmentation. A preliminary report. Clin Oral Implants Res 1997;8(6):527-531.
- 172- Nkenke E, Schlegel A, Schultze-Mosgau S, Neukam F.W, Wiltfang J. The endoscopically controlled osteotome sinus floor elevation: a preliminary prospective study. Int J Oral Maxillofac Implants 2002;17(4):557-566.
- 173- Torrella F, Pitarch J, Cabanes G, Anitua E. Ultrasonic osteotomy for the surgical approach of the maxillary sinus: a technical note. Int J Oral Maxillofac Implants 1998;13(5):697-700.
- 174- Vercellotti T, De Paoli S, Nevins M. The piezoelectric bony window osteotomy and sinus membrane elevation: introduction of a new technique for simplification of the sinus augmentation procedure. Int J Periodontics Restorative Dent 2001;21(6):561-567.
- 175- Pereira C.C, Gealh W.C, Meorin-Nogueira L, Garcia-Júnior I.R, Okamoto R. Piezosurgery applied to implant dentistry: clinical and biological aspects. J Oral Implantol 2014;40 Spec No:401-408.
- 176- Wallace S.S, Tarnow D.P, Froum S.J, Cho S, Zadeh H.H, Stoupel J, et al. Maxillary sinus elevation by lateral window approach: evolution of technology and technique. J Evid Based Dent Pract 2012;12(3):161-171.
- 177- Cassetta M, Ricci L, Iezzi G, Calasso S, Piattelli A, Perrotti V. Use of piezosurgery during maxillary sinus elevation: clinical results of 40 consecutive cases. Int J Periodontics Restorative Dent 2012;32(6):e182-e188.
- 178- Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M, Sanchez-Recio C, Peñarrocha-Oltra D, Romero-Millán J. Osteotomy in direct sinus lift. A comparative study of the rotary technique and ultrasound. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2012;17(3):e457-e461.
- 179- Barone A, Santini S, Marconcini S, Giacomelli L, Gherlone E, Covani U. Osteotomy and membrane elevation during the maxillary sinus augmentation procedure. A comparative study: piezoelectric device vs. conventional rotative instruments. Clin Oral Implants Res 2008;19(5):511-515.

- 180- Troedhan A.C, Kurrek A, Wainwright M, Jank S. Hydrodynamic ultrasonic sinus floor elevation-an experimental study in sheep. *J Oral Maxillofac Surg* 2010;68(5):1125-1130.
- 181- Abadzhiev M. Alternative Sinus Lift Techniques. Literature review. *Journal of IMAB - Annual Proceeding* 2009;15(2):23-27.
- 182- Sohn D, Lee J, An K, Choi B. Piezoelectric internal sinus elevation (PISE) technique: a new method for internal sinus elevation. *Implant Dent* 2009;18(6):458-463.
- 183- Kim J, Sohn D, Bae M, Moon J, Lee J, Park I. Flapless transcrestal sinus augmentation using hydrodynamic piezoelectric internal sinus elevation with autologous concentrated growth factors alone. *Implant Dent* 2014;23(2):168-174.
- 184- Bensaha T. Evaluation of the capability of a new water lift system to reduce the risk of Schneiderian membrane perforation during sinus elevation. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2011;40(8):815-820.
- 185- Kühl S, Kirmeier R, Platzer S, Bianco N, Jakse N, Payer M. Transcrestal maxillary sinus augmentation: Summers' versus a piezoelectric technique - an experimental cadaver study. *Clin Oral Implants Res* 2015; Feb 16. Epub ahead of print.
- 186- Llopet J, Montaudon M, Guillaud E, Ella B. Comparison of 2 crestal sinus floor lift techniques performed on human cadavers. *Implant Dent* 2014;23(5):626-632.
- 187- Cosci F, Luccioli M. A new sinus lift technique in conjunction with placement of 265 implants: a 6-year retrospective study. *Implant Dent* 2000;9(4):363-368.
- 188- Checchi L, Felice P, Antonini E.S, Cosci F, Pellegrino G, Esposito M. Crestal sinus lift for implant rehabilitation: a randomised clinical trial comparing the Cosci and the Summers techniques. A preliminary report on complications and patient reference. *Eur J Oral Implantol* 2010;3(3):221-232.
- 189- Soardi E, Cosci F, Checchi V, Pellegrino G, Bozzoli P, Felice P. Radiographic analysis of a transalveolar sinus-lift technique: a multipractice retrospective study with a mean follow-up of 5 years. *J Periodontol* 2013;84(8):1039-1047.

- 190- Esposito M, Cannizzaro G, Barausse C, Cosci F, Soardi E, Felice P. Cosci versus Summers technique for crestal sinus lift: 3-year results from a randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol* 2014;7(2):129-137.
- 191- Yamada J.M, Park H. Internal sinus manipulation (ISM) procedure: a technical report. *Clin Implant Dent Relat Res* 2007;9(3):128-135.
- 192- Kitamura A. Drill device for sinus lift. *Implant Dent* 2005;14(4):340-341.
- 193- Sisti A, Canullo L, Mottola M.P, Iannello G. A case series on crestal sinus elevation with rotary instruments. *Eur J Oral Implantol* 2011;4(2):145-152.
- 194- T.P, B.S, Kumar T.S, Jain A.R, P.S. An alternative maxillary sinus lift technique - sinu lift system. *J Clin Diagn Res* 2015;9(3):ZC33-ZC37.
- 195- Emtiaz S, Caramês J.M, Pragosa A. An alternative sinus floor elevation procedure: trephine osteotomy. *Implant Dent* 2006;15(2):171-177.
- 196- Kazancioglu H.O, Tek M, Ezirganli S, Mihmanli A. Comparison of a novel trephine drill with conventional rotary instruments for maxillary sinus floor elevation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;28(5):1201-1206.
- 197- Farré-Pagés N, Augé-Castro M, Alaejos-Algarra F, Mareque-Bueno J, Ferrés-Padró E, Hernández-Alfaro F. A novel trephine design for sinus lift lateral approach. Case report. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2011;16(1):e79-e82.
- 198- Chen L, Cha J. An 8-year retrospective study: 1,100 patients receiving 1,557 implants using the minimally invasive hydraulic sinus condensing technique. *J Periodontol* 2005;76(3):482-491.
- 199- Sotirakis E.G, Gonshor A. Elevation of the maxillary sinus floor with hydraulic pressure. *J Oral Implantol* 2005;31(4):197-204.
- 200- Pommer B, Watzek G. Gel-pressure technique for flapless transcresal maxillary sinus floor elevation: a preliminary cadaveric study of a new surgical technique. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(5):817-822.

- 201- Kim D.Y, Itoh Y, Kang T.H. Evaluation of the effectiveness of a water lift system in the sinus membrane lifting operation as a sinus surgical instrument. *Clinical implant dentistry and related research* 2010;14(4):585-594.
- 202- Jesch P, Bruckmoser E, Bayerle A, Eder K, Bayerle-Eder M, Watzinger F. A pilot-study of a minimally invasive technique to elevate the sinus floor membrane and place graft for augmentation using high hydraulic pressure: 18-month follow-up of 20 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013;116(3):293-300.
- 203- Better H, Slavescu D, Barbu H, Cochran DL, Chaushu G. Minimally invasive sinus lift implant device: a multicenter safety and efficacy trial preliminary results. *Clin Implant Dent Relat Res* 2014;16(4):520-526.
- 204- Suguimoto R.M, Trindade I.K, Carvalho R.M. The use of negative pressure for the sinus lift procedure: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21(3):455-458.
- 205- Stassen L.F, Mohan S. Novel use of nasal suction during the maxillary sinus lift procedure. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65(9):1783-1784.
- 206- Ucer T.C. Nasal suction technique for maxillary sinus floor elevation: a report of 24 consecutive patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(6):1138-1143.
- 207- Ucer TC. Use of negative air pressure by nasal suction during maxillary sinus floor lift: audit of 13 consecutive sinus grafts. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2009;47(2):151-152.
- 208- Muronoi M, Xu H, Shimizu Y, Ooya K. Simplified procedure for augmentation of the sinus floor using a haemostatic nasal balloon. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2003;41(2):120-121.
- 209- Soltan M, Smiler D.G. Antral membrane balloon elevation. *J Oral Implantol* 2005;31(2):85-90.
- 210- Zinner I.D, Small S.A. Sinus-lift graft: using the maxillary sinuses to support implants. *J Am Dent Assoc* 1996;127(1):51-57.
- 211- Nkenke E, Stelzle F. Clinical outcomes of sinus floor augmentation for implant placement using autogenous bone or bone substitutes: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2009;20(Suppl 4):124-133.



- 212- Beektor J.P, Hallström H, Isaksson S, Sennerby L. The use of particulate bone grafts from the mandible for maxillary sinus floor augmentation before placement of surface-modified implants: results from bone grafting to delivery of the final fixed prosthesis. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66(4):780-786.
- 213- Schlegel K.A, Fichtner G, Schultze-Mosgau S, Wiltfang J. Histologic findings in sinus augmentation with autogenous bone chips versus a bovine bone substitute. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18(1):53-58.
- 214- Kumar D.S, Jayakumar N.D, Padmalatha O, Sankari M, Varghese S.S. Effect of maxillary sinus floor augmentation without bone grafts. *J Pharm Bioallied Sci* 2013;5(3):176-183.
- 215- De Castilho T.R, Tortamano P, Marotti J, De Andrade J.C Jr, Chilvarquer I, Ximenez M.E, et al. Clinical and Histomorphometric Evaluation of Fresh Frozen Bone Allograft in Sinus Lift Surgery. *Clin Implant Dent Relat Res* 2014; Jun 6. Epub ahead of print.
- 216- Trombelli L, Franceschetti G, Stacchi C, Minenna L, Riccardi O, Di Raimondo R, et al. Minimally invasive transcrestal sinus floor elevation with deproteinized bovine bone or  $\beta$ -tricalcium phosphate: a multicenter, double-blind, randomized, controlled clinical trial. *J Clin Periodontol* 2014;41(3):311-319.
- 217- Bettach R, Guillaume B, Taschieri S, Del Fabbro M. Clinical performance of a highly porous beta-TCP as the grafting material for maxillary sinus augmentation. *Implant Dent* 2014;23(3):357-364.
- 218- Mangano C, Scarano A, Iezzi G, Orsini G, Perrotti V, Mangano F, et al. Maxillary sinus augmentation using an engineered porous hydroxyapatite: a clinical, histological, and transmission electron microscopy study in man. *J Oral Implantol* 2006;32(3):122-131.
- 219- Scarano A, Degidi M, Perrotti V, Piattelli A, Iezzi G. Sinus augmentation with phycogene hydroxyapatite: histological and histomorphometrical results after 6 months in humans. A case series. *Oral Maxillofac Surg* 2012;16(1):41-45.

- 220- Santagata M, Tozzi U, Tartaro G, Santillo V, Giovanni C, Lamart E, et al. Maxillary Sinus Augmentation with Autologous and Heterologous Bone Graft: A Clinical and Radiographic Report of Immediate and Delayed Implant Placement. *J Maxillofac Oral Surg* 2014;13(4):401-408.
- 221- Peleg M, Garg A.K, Misch C.M, Mazor Z. Maxillary sinus and ridge augmentations using a surface-derived autogenous bone graft. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62(12):1535-1544.
- 222- Galindo-Moreno P, Avila G, Fernández-Barbero J.E, Aguilar M, Sánchez-Fernández E, Cutando A, et al. Evaluation of sinus floor elevation using a composite bone graft mixture. *Clin Oral Implants Res* 2007;18(3):376-382.
- 223- Tong D.C, Rioux K, Drangsholt M, Beirne O.R. A review of survival rates for implants placed in grafted maxillary sinuses using meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13(2):175-182.
- 224- Hallman M, Sennerby L, Lundgren S. A clinical and histologic evaluation of implant integration in the posterior maxilla after sinus floor augmentation with autogenous bone, bovine hydroxyapatite, or a 20:80 mixture. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17(5):635-643.
- 225- Yamada Y, Nakamura S, Ito K, Kohgo T, Hibi H, Nagasaka T, et al. Injectable tissue-engineered bone using autogenous bone marrow-derived stromal cells for maxillary sinus augmentation: clinical application report from a 2-6-year follow-up. *Tissue Eng Part A* 2008;14(10):1699-1707.
- 226- Carreira A.C, Lojudice F.H, Halcsik E, Navarro R.D, Sogayar M.C, Granjeiro J.M. Bone morphogenetic proteins: facts, challenges, and future perspectives. *J Dent Res* 2014;93(4):335-345.
- 227- Becker S.T, Terheyden H, Steinriede A, Behrens E, Springer I, Wiltfang J. Prospective observation of 41 perforations of the Schneiderian membrane during sinus floor elevation. *Clin Oral Implants Res* 2008;19(12):1285-1289.
- 228- Zijdeveld S.A, van den Bergh J.P, Schulten E.A, ten Bruggenkate C.M. Anatomical and surgical findings and complications in 100 consecutive maxillary sinus floor elevation procedures. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66(7):1426-1438.

- 229- Nolan P.J, Freeman K, Kraut R.A. Correlation between Schneiderian membrane perforation and sinus lift graft outcome: a retrospective evaluation of 359 augmented sinus. *J Oral Maxillofac Surg* 2014;72(1):47-52.
- 230- Lee H, Lin W, Morton D. A retrospective study of complications associated with 100 consecutive maxillary sinus augmentations via the lateral window approach. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;28(3):860-868.
- 231- González E, Hernández A. Consideraciones técnicas en la elevación activa del seno maxilar. Revisión de la literatura. *Revista ADM* 2015;72(1):14-20.
- 232- Schwarz L, Schiebel V, Hof M, Ulm C, Watzek G, Pommer B. Risk Factors of Membrane Perforation and Postoperative Complications in Sinus Floor Elevation Surgery: Review of 407 Augmentation Procedures. *J Oral Maxillofac Surg* 2015;73(7):1275-1282.
- 233- Toscano N.J, Holtzclaw D, Rosen P.S. The effect of piezoelectric use on open sinus lift perforation: a retrospective evaluation of 56 consecutively treated cases from private practices. *J Periodontol* 2010;81(1):167-171.
- 234- Wallace S.S, Mazor Z, Froum S.J, Cho S, Tarnow D.P. Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using piezosurgery: clinical results of 100 consecutive cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27(5):413-419.
- 235- Van den Bergh J.P, ten Bruggenkate C.M, Disch F.J, Tuinzing D.B. Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clin Oral Implants Res* 2000;11(3):256-265.
- 236- Ardekian L, Oved-Peleg E, Mactei E.E, Peled M. The clinical significance of sinus membrane perforation during augmentation of the maxillary sinus. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64(2):277-282.
- 237- Schwartz-Arad D, Herzberg R, Dolev E. The prevalence of surgical complications of the sinus graft procedure and their impact on implant survival. *J Periodontol* 2004;75(4):511-516.
- 238- Fugazzotto P.A, Vlassis J. A simplified classification and repair system for sinus membrane perforations. *J Periodontol* 2003;74(10):1534-1541.

- 239- Khoury F. Augmentation of the sinus floor with mandibular bone block and simultaneous implantation: a 6-year clinical investigation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14(4):557-564.
- 240- Hernández-Alfaro F, Torradeflot M.M, Marti C. Prevalence and management of Schneiderian membrane perforations during sinus-lift procedures. *Clin Oral Implants Res* 2008;19(1):91-98.
- 241- Choi B, Kim B, Huh J, Lee S, Zhu S, Jung J, et al. Cyanoacrylate adhesive for closing sinus membrane perforations during sinus lifts. *J Craniomaxillofac Surg* 2006;34(8):505-509.
- 242- Khoury F. *El Aumento de Hueso en Implantología*. Chicago: Quintessence; 2010.
- 243- Vlassis J.M, Fugazzotto P.A. A classification system for sinus membrane perforations during augmentation procedures with options for repair. *J Periodontol* 1999;70(6):692-699.
- 244- Viña-Almunia J, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M. Influence of perforation of the sinus membrane on the survival rate of implants placed after direct sinus lift. Literature update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2009;14(3):e133-e136.
- 245- Moreno Vazquez J.C, Gonzalez de Rivera A.S, Gil H.S, Mifsut R.S. Complication rate in 200 consecutive sinus lift procedures: guidelines for prevention and treatment. *J Oral Maxillofac Surg* 2014;72(5):892-901.
- 246- Barone A, Santini S, Sbordon L, Crespi R, Covani U. A clinical study of the outcomes and complications associated with maxillary sinus augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21(1):81-85.
- 247- Elia N, Wallace S, Cho S, Jalbout Z.N, Froum S. Distribution of the maxillary artery as it relates to sinus floor augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20(5):784-787.
- 248- Ella B, Sédarat C, Noble Rda C, Normand E, Lauverjat Y, Siberchicot F, et al. Vascular connections of the lateral wall of the sinus: surgical effect in sinus augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23(6):1047-1052.

- 249- Flanagan D. Arterial supply of maxillary sinus and potential for bleeding complication during lateral approach sinus elevation. *Implant Dent* 2005;14(4):336-338.
- 250- Mardinger O, Abba M, Hirshberg A, Schwartz-Arad D. Prevalence, diameter and course of the maxillary intraosseous vascular canal with relation to sinus augmentation procedure: a radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007;36(8):735-738.
- 251- Froum S. *Dental Implant Complications: Etiology, Prevention, and Treatment*. West Sussex, UK: Wiley-Blackwell; 2010.
- 252- Maridati P, Stoffella E, Speroni S, Cicciu M, Maiorana C. Alveolar antral artery isolation during sinus lift procedure with the double window technique. *Open Dent J* 2014;8:95-103.
- 253- Urban I.A, Nagursky H, Church C, Lozada J.L. Incidence, diagnosis, and treatment of sinus graft infection after sinus floor elevation: a clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012;27(2):449-457.
- 254- Fugazzotto P, Melnick P.R, Al-Sabbagh M. Complications when augmenting the posterior maxilla. *Dent Clin North Am* 2015;59(1):97-130.
- 255- Sudhakara R.K, Shivu M.E, Billimaga A. Benign paroxysmal positional vertigo during lateral window sinus lift procedure: a case report and review. *Implant Dent* 2015;24(1):106-109.
- 256- Vernamonte S, Mauro V, Vernamonte S, Messina A.M. An unusual complication of osteotome sinus floor elevation: benign paroxysmal positional vertigo. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2011;40(2):216-218.
- 257- Peñarrocha M, Pérez H, Garcíá A, Guarinos J. Benign paroxysmal positional vertigo as a complication of osteotome expansion of the maxillary alveolar ridge. *J Oral Maxillofac Surg* 2001;59(1):106-107.
- 258- Peñarrocha M, Garcia A. Benign paroxysmal positional vertigo as a complication of interventions with osteotome and mallet. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64(8):1324; author reply.

- 259- Velázquez-Cayón R, Romero-Ruiz M, Torres-Lagares D, Pérez-Dorao B, Wainwright M, Abalos-Labruzzi C, et al. Hydrodynamic ultrasonic maxillary sinus lift: review of a new technique and presentation of a clinical case. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2012;17(2):e271-e275.
- 260- Al-Dajani M. Recent Trends in Sinus Lift Surgery and Their Clinical Implications. *Clin Implant Dent Relat Res* 2014; Oct 2. Epub ahead of print.
- 261- Sánchez Martín-Sauceda E. Estudio comparativo de la elevación sinusal mediante técnica convencional versus técnica de globo. Tesis Doctoral. Madrid: Facultad de Odontología, Universidad Complutense de Madrid; 2013.
- 262- Schwarz L, Unger E, Watzek G, Pommer B. Novel Devices to Prevent Membrane Perforation in Transcrestal Sinus Floor Augmentation Surgery. *Recent Pat Biomed Eng* 2013;6(3):179-187.
- 263- Torres-Lagares D, Barranco-Piedra S, Rodríguez-Caballero A, Serrera-Figallo M, Segura-Egea J, Gutiérrez-Pérez J. Suture needles in oral surgery: alterations depending on the type and number of sutures. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2012;17(1):e129-e134.
- 264- Acero-Sanz J, De Paz-Hermoso V, Concejo-Cútoli C, Fernández-García A. Tratamiento del maxilar posterior atrófico mediante la técnica de elevación de seno maxilar y colocación de implantes dentales. *RCOE* 2002;7(1):35-42.
- 265- Chen T, Chang H, Leung K, Lai Y, Kao S. Implant placement immediately after the lateral approach of the trap door window procedure to create a maxillary sinus lift without bone grafting: a 2-year retrospective evaluation of 47 implants in 33 patients. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65(11):2324-2328.
- 266- Lund B, Hultin M, Tranaeus S, Naimi-Akbar A, Klinge B. Complex systematic review - Perioperative antibiotics in conjunction with dental implant placement. *Clin Oral Implants Res* 2015;26(Suppl 11):1-14.
- 267- Chrcanovic B.R, Albrektsson T, Wennerberg A. Prophylactic antibiotic regimen and dental implant failure: a meta-analysis. *J Oral Rehabil* 2014;41(12):941-956.

- 268- Keenan J.R, Veitz-Keenan A. Antibiotic prophylaxis for dental implant placement? *Evid Based Dent* 2015;16(2):52-53.
- 269- Klinge B, Flemming T, Cosyn J, De Bruyn H, Eisner B.M, Hultin M, et al. The patient undergoing implant therapy. Summary and consensus statements. The 4th EAO Consensus Conference 2015. *Clin Oral Implants Res* 2015;26(Suppl 11):64-67.
- 270- Tee Y.L. Minimally invasive surgical placements of nonsubmerged dental implants: a case series report, evaluation of the surgical technique and complications. *J Oral Implantol* 2011;37(5):579-587.
- 271- Halpern K.L, Halpern E.B, Ruggiero S. Minimally invasive implant and sinus lift surgery with immediate loading. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64(11):1635-1638.
- 272- Lundgren S, Cricchio G, Palma V.C, Salata L.A, Sennerby L. Sinus membrane elevation and simultaneous insertion of dental implants: a new surgical technique in maxillary sinus floor augmentation. *Periodontol 2000* 2008;47:193-205.
- 273- Bassi A.P, Pioto R, Faverani L.P, Canestraro D, Fontão F.G. Maxillary sinus lift without grafting, and simultaneous implant placement: a prospective clinical study with a 51-month follow-up. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2015;44(7):902-907.
- 274- Stricker A, Voss P.J, Gutwald R, Schramm A, Schmelzeisen R. Maxillary sinus floor augmentation with autogenous bone grafts to enable placement of SLA-surfaced implants: preliminary results after 15-40 months. *Clin Oral Implants Res* 2003;14(2):207-212.
- 275- Krennmair G, Krainhöfner M, Schmid-Schwap M, Piehslinger E. Maxillary sinus lift for single implant-supported restorations: a clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22(3):351-358.
- 276- Levin L, Herzberg R, Dolev E, Schwartz-Arad D. Smoking and complications of onlay bone grafts and sinus lift operations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(3):369-373.
- 277- Von Arx T, Fodich I, Bornstein M.M, Jensen S.S. Perforation of the sinus membrane during sinus floor elevation: a retrospective study of frequency and possible risk factors. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29(3):718-726.

- 278- Boffano P, Forouzanfar T. Current concepts on complications associated with sinus augmentation procedures. *J Craniofac Surg* 2014;25(2):e210-e212.
- 279- Wallace S.S, Froum S.J. Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review. *Ann Periodontol* 2003;8(1):328-343.
- 280- Papa F, Cortese A, Maltarello MC, Sagliocco R, Felice P, Claudio P.P. Outcome of 50 consecutive sinus lift operations. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2005;43(4):309-313.
- 281- Felice P, Scarano A, Pistilli R, Checchi L, Piattelli M, Pellegrino G, et al. A comparison of two techniques to augment maxillary sinuses using the lateral window approach: rigid synthetic resorbable barriers versus anorganic bovine bone. Five-month post-loading clinical and histological results of a pilot randomised controlled clinical trial. *Eur J Oral Implantol* 2009;2(4):293-306.
- 282- Kahnberg K, Wallström M, Rasmusson L. Local sinus lift for single-tooth implant. I: clinical and radiographic follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res* 2011;13(3):231-237.
- 283- Fenner M, Vairaktaris E, Fischer K, Schlegel K.A, Neukam F.W, Nkenke E. Influence of residual alveolar bone height on osseointegration of implants in the maxilla: a pilot study. *Clin Oral Implants Res* 2009;20(6):555-559.
- 284- Peleg M, Chaushu G, Mazor Z, Ardekian L, Bakoon M. Radiological findings of the post-sinus lift maxillary sinus: a computerized tomography follow-up. *J Periodontol* 1999;70(12):1564-1573.
- 285- Schwartz Z, Goldstein M, Raviv E, Hirsch A, Ranly D.M, Boyan B.D. Clinical evaluation of demineralized bone allograft in a hyaluronic acid carrier for sinus lift augmentation in humans: a computed tomography and histomorphometric study. *Clin Oral Implants Res* 2007;18(2):204-211.
- 286- Hassani A, Khojasteh A, Alikhasi M, Vaziri H. Measurement of volume changes of sinus floor augmentation covered with buccal fat pad: a case series study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107(3):369-374.



- 287- Peleg M, Mazor Z, Garg A.K. Augmentation grafting of the maxillary sinus and simultaneous implant placement in patients with 3 to 5 mm of residual alveolar bone height. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14(4):549-556.
- 288- Fenner M, Vairaktaris E, Stockmann P, Schlegel K.A, Neukam F.W, Nkenke E. Influence of residual alveolar bone height on implant stability in the maxilla: an experimental animal study. *Clin Oral Implants Res* 2009;20(8):751-755.
- 289- Kirmeier R, Arnetzl C, Robl T, Payer M, Lorenzoni M, Jakse N. Reproducibility of volumetric measurements on maxillary sinuses. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2011;40(2):195-199.
- 290- Wanschitz F, Figl M, Wagner A, Rolf E. Measurement of volume changes after sinus floor augmentation with a phycogenic hydroxyapatite. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21(3):433-438.
- 291- Nikzad S, Azari A, Ghassemzadeh A. Modified flapless dental implant surgery for planning treatment in a maxilla including sinus lift augmentation through use of virtual surgical planning and a 3-dimensional model. *J Oral Maxillofac Surg* 2010;68(9):2291-2298.
- 292- Tepper G, Haas R, Schneider B, Watzak G, Mailath G, Jovanovic SA, et al. Effects of sinus lifting on voice quality. A prospective study and risk assessment. *Clin Oral Implants Res* 2003;14(6):767-774.

## **IX. RESUMEN EN INGLÉS**

## Study of the bone grafts executed with the conventional sinus lift and the balloon catheter technique by means of Compudent Navigator

### I- INTRODUCTION

Tooth loss leads to a rapid bone decrease associated with the maxillary sinus, sometimes leaving only a fine bone lamina between the sinus and the oral cavity. For this reason, rehabilitation with dental implants in posterior areas sometimes requires augmentation techniques to provide sufficient bone volume for the insertion of intraosseous implants of adequate dimensions.

The maxillary sinus lift technique has been in use since the nineteen-sixties (1,2) and over the years numerous works of research have evaluated its long-term outcomes (3-5), as well as the technical modifications it has undergone over time (6-9), and the types of graft used in sinus lift (10-12).

The purpose of the present work was to evaluate a maxillary sinus lift technique aided by use of a balloon catheter – Balloon Lift Control® (Hager & Meisinger GmbH, Hansemannstr, Neuss, Germany). This technique has been introduced as a possible alternative to conventional procedures, to provide access to the sinus and a more conservative detachment of the Schneider membrane, reducing the risks and possible damage usually associated with the procedure.

### II- HIPOTHESIS AND OBJECTIVES

To date, numerous studies have investigated different maxillary sinus lift techniques and procedures with the aim of simplifying execution and reducing invasiveness (13-17). Among the new sinus lift methods, a notable alternative technique is the use of a balloon catheter, but few studies of the procedure appear in the literature (6,15,18-28).

The working hypothesis of the present study was that maxillary sinus lift using the balloon catheter technique is a useful and predictable technique, and is effective for

placing bone grafts that achieve sufficient volume for subsequent rehabilitation with implants.

To test this hypothesis, the objectives of this work were to:

1- Describe the maxillary sinus lift technique using balloon catheter and compare it with other similar minimally invasive sinus lift systems.

2- To compare the peri- and post-operative complications registered with a control group and compare the results obtained with the current literature.

3- To demonstrate that maxillary sinus lift using the balloon catheter is a predictable technique for obtaining adequate bone volume and height for standard size implant (4x10 mm and/or up to 5x12 mm) placement in posterior regions.

4- To determine whether or not the bone volume obtained with the technique is sufficient for placement of one, two or three implants per sinus lift.

### **III- MATERIALS AND METHODS**

The present work was performed following a longitudinal, observational, prospective, controlled, randomized, and single-centered study protocol.

Sixty-six maxillary sinus lifts were carried out, 33 employing balloon catheter technique, and 33 with traditional lateral window approach. The 66 sinus lifts were performed in 61 patients with the following distribution:

- Thirty-three sinus lifts with balloon catheter technique in 33 patients.
- Thirty-three conventional sinus lifts in 28 patients. In this group, bilateral sinus lifts were performed in five patients.

Six months after sinus lifting, implants were placed with second phase implant surgery three months later. Preoperative and postoperative (six months after surgery) panoramic radiographs were made, together with computerized tomography scans initially and prior to implant placement.

Using Compudent Navigator® software (TC Max, Buenos Aires, Argentina), bone volume and bone height were measured around implant sites, comparing the data registered with those obtained immediately after sinus lifting. In this way, the bone volume gained was registered together with the viability of placing implants of standard dimensions (4x10 and 5x12 mm), and the number of implants that could be inserted in each sinus lift area. It was decided that in order to place a 4 x 10 mm implant, the bone volume and height needed must be equal or over 0.46 cm<sup>3</sup> and 11 mm respectively, and to place a 5 x 12 mm implant, 0.72 cm<sup>3</sup> and 13 mm respectively.

For statistical analysis, descriptive data were calculated and the baseline characteristics were compared between groups. Afterwards two study units were established. When the implants were taken as the object for study, success was defined by sufficient bone volume and height obtained for placing 5 x 12 or 4 x 10 mm; failure was defined as failure to achieve the required volume and height values. When sinus lift was taken as the object of study, success was defined as sufficient bone volume to allow the placement of all the implants planned, and failure as an outcome that prevented placement of all the implants planned.

#### **IV- RESULTS**

In most cases, the surgical procedure was concluded successfully. Five membrane perforations were produced, two in the balloon catheter group, and three in the conventional group, although statistically significant differences were not detected between groups. In the cases of balloon catheter sinus lift, the occurrence of tearing prevented completion of the procedure, while for conventional sinus lift the procedure continued, placing the graft once the perforation had been covered.

As for the incidence of postoperative complications, all those that occurred were as reported in the literature (29-32). In the balloon catheter group, no complications were registered, except for one nose bleed suffered by one patient, which resolved spontaneously. Postoperative complications registered in the conventional sinus lift group were considerably more frequent. Two patients suffered nose bleeds, four suffered sinusitis, six presented facial hematomas and one suffered suture dehiscence.

The mean total volume of bone graft obtained in the balloon catheter group was 2.3 cm<sup>3</sup>, while in the conventional sinus lift group this was 5.8 cm<sup>3</sup>, with statistically significant difference between groups. Maximum bone graft height was 11 mm in the balloon catheter group and 12.4 mm in the traditional sinus lift group, without significant difference.

As for dental implants, of the 68 implants planned *a priori* in the traditional sinus lift group, adequate bone volume was achieved to place 67 of them. However, in the balloon catheter group, of the 65 planned implants, only 52 sites achieved the required bone volume. Statistical analysis identified significant difference between the techniques for this variable.

When the results were ranked according to the number of planned implants per patient, in cases in which one or two implants had been programmed, no significant differences were found between groups. However, in cases where three implants had been planned, significant differences were identified in favor of the traditional technique.

All the results obtained in the present study were compared with data reported in the literature. In agreement with the present work, articles on sinus lift with balloon catheter technique generally show optimal results (6,15,18-28).

## V- CONCLUSIONS

Following the study's objectives and the results obtained, it may be concluded that:

1- Balloon catheter technique is an alternative to conventional maxillary sinus lift procedures, which is less invasive and so more comfortable for the patient.

2- With balloon catheter technique, the incidence of peri- and postoperative complications is lower in comparison with the conventional procedure.

3- Balloon catheter technique is predictable and able to provide adequate bone volume for rehabilitating the posterior region of the upper maxilla with osseointegrated implants of standard dimensions (4x10 mm and/or up to 5x12 mm).

4- The bone gain obtained with balloon catheter technique is less than with conventional sinus lift. The alternative technique is optimal when one or two implants are to be placed but if a larger number of implants are required, the sinus must be lifted in different areas along the edentulous span.

## VI- BIBLIOGRAPHY

- 1- Boyne P. Lectures to Postgraduate Course. Paper presented at: US Navy Dental School, National Naval Medical Center. 1965-1968.
- 2- Boyne P. Restoration of osseous defects in maxillofacial casualties. J Am Dent Assoc 1969;78:767-776.
- 3- Kahnberg K, Vannas-Löfqvist L. Sinus lift procedure using a 2-stage surgical technique: I. Clinical and radiographic report up to 5 years. Int J Oral Maxillofac Implants 2008;23(5):876-884.
- 4- Ferrigno N, Laureti M, Fanali S. Dental implants placement in conjunction with osteotome sinus floor elevation: a 12-year life-table analysis from a prospective study on 588 ITI implants. Clin Oral Implants Res 2006;17(2):194-205.
- 5- Manso M.C, Wassal T. A 10-year longitudinal study of 160 implants simultaneously installed in severely atrophic posterior maxillas grafted with autogenous bone and a synthetic bioactive resorbable graft. Implant Dent 2010;19(4):351-360.
- 6- Raja S.V. Management of the posterior maxilla with sinus lift: review of techniques. J Oral Maxillofac Surg 2009;67(8):1730-1734.
- 7- Stern A, Green J. Sinus lift procedures: an overview of current techniques. Dent Clin North Am 2012;56(1):219.
- 8- Rodoni L.R, Glauser R, Feloutzis A, Hämmerle C.H. Implants in the posterior maxilla: a comparative clinical and radiologic study. Int J Oral Maxillofac Implants 2005;20(2):231-237.
- 9- Listl S, Faggion C.M Jr. An economic evaluation of different sinus lift techniques. J Clin Periodontol 2010;37(8):777-787.

- 10- Barone A, Ricci M, Covani U, Nannmark U, Azarmehr I, Calvo-Guirado J. Maxillary sinus augmentation using prehydrated corticocancellous porcine bone: hystomorphometric evaluation after 6 months. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14(3):373-379.
- 11- Scarano A, Degidi M, Iezzi G, Pecora G, Piattelli M, Orsini G, et al. Maxillary sinus augmentation with different biomaterials: a comparative histologic and histomorphometric study in man. *Implant Dent* 2006;15(2):197-207.
- 12- Sbordone L, Toti P, Menchini-Fabris G, Sbordone C, Guidetti F. Implant success in sinus-lifted maxillae and native bone: a 3-year clinical and computerized tomographic follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(2):316-324.
- 13- Trombelli L, Minenna P, Franceschetti G, Minenna L, Ito A, Farina R. Minimally invasive technique for transcrestal sinus floor elevation: a case report. *Quintessence Int* 2010;41(5):363-369.
- 14- Steiner G.G, Steiner D.M, Herbias M.P, Steiner R. Minimally invasive sinus augmentation. *J Oral Implantol* 2010;36(4):295-304.
- 15- Mazor Z, Kfir E, Lorean A, Mijiritsky E, Horowitz R.A. Flapless approach to maxillary sinus augmentation using minimally invasive antral membrane balloon elevation. *Implant Dent* 2011;20(6):434-438.
- 16- Kim J, Sohn D, Heo J, Park J, Jung H, Moon J, et al. Minimally invasive sinus augmentation using ultrasonic piezoelectric vibration and hydraulic pressure: a multicenter retrospective study. *Implant Dent* 2012;21(6):536-542.
- 17- Polak D, Shapira L. From maximally to minimally invasive surgery for sinus floor augmentation. *Compend Contin Educ Dent* 2013;Spec No 34:19-24.
- 18- Kfir E, Kfir V, Mijiritsky E, Rafaeloff R, Kaluski E. Minimally invasive antral membrane balloon elevation followed by maxillary bone augmentation and implant fixation. *J Oral Implantol* 2006;32(1):26-33.
- 19- Kfir E, Kfir V, Eliav E, Kaluski E. Minimally invasive antral membrane balloon elevation: report of 36 procedures. *J Periodontol* 2007;78(10):2032-2035.



- 20- Kfir E, Goldstein M, Yerushalmi I, Rafaelov R, Mazor Z, Kfir V, et al. Minimally invasive antral membrane balloon elevation - results of a multicenter registry. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009;11(Suppl 1):e83-e91.
- 21- Kfir E, Goldstein M, Rafaelov R, Yerushalmi I, Kfir V, Mazor Z, et al. Minimally invasive antral membrane balloon elevation in the presence of antral septa: a report of 26 procedures. *J Oral Implantol* 2009;35(5):257-267.
- 22- Kfir E, Kfir V, Kaluski E, Mazor Z, Goldstein M. Minimally invasive antral membrane balloon elevation for single-tooth implant placement. *Quintessence Int* 2011;42(8):645-650.
- 23- Kfir E, Goldstein M, Abramovitz I, Kfir V, Mazor Z, Kaluski E. The effects of sinus membrane pathology on bone augmentation and procedural outcome using minimal invasive antral membrane balloon elevation. *J Oral Implantol* 2014;40(3):285-293.
- 24- Hu X, Lin Y, Metzmacher A, Zhang Y. Sinus membrane lift using a water balloon followed by bone grafting and implant placement: a 28-case report. *Int J Prosthodont* 2009;22(3):243-247.
- 25- Stelzle F, Benner K. Evaluation of different methods of indirect sinus floor elevation for elevation heights of 10mm: an experimental ex vivo study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2011;13(2):124-133.
- 26- Peñarrocha-Diago M, Galán-Gil S, Carrillo-García C, Peñarrocha-Diago D, Peñarrocha-Diago M. Transcrestal sinus lift and implant placement using the sinus balloon technique. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2012;17(1):e122-e128.
- 27- Jank S, Kurrek A, Wainwright M, Bek V.E, Troedhan A. Rupture length of the sinus membrane after 1.2 mm puncture and surgical sinus elevation: an experimental animal cadaver study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;112(5):568-572.
- 28- Chan H, Oh T, Fu J, Benavides E, Avila-Ortiz G, Wang H. Sinus augmentation via transcrestal approach: a comparison between the balloon and osteotome technique in a cadaver study. *Clin Oral Implants Res* 2013;24(9):985-990.

- 29- Boffano P, Forouzanfar T. Current concepts on complications associated with sinus augmentation procedures. *J Craniofac Surg* 2014;25(2):e210-e212.
- 30- Moreno Vazquez J.C, Gonzalez de Rivera A.S, Gil H.S, Mifsut R.S. Complication rate in 200 consecutive sinus lift procedures: guidelines for prevention and treatment. *J Oral Maxillofac Surg* 2014;72(5):892-901.
- 31- Wallace S.S, Froum S.J. Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review. *Ann Periodontol* 2003;8(1):328-343.
- 32- Papa F, Cortese A, Maltarello M.C, Sagliocco R, Felice P, Claudio P.P. Outcome of 50 consecutive sinus lift operations. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2005;43(4):309-313.

## **IX- RESUMEN EN ESPAÑOL**

## Estudio mediante el sistema Compudent Navigator sobre los injertos óseos realizados con la técnica de elevación de seno convencional y la técnica de catéter-globo

### **INTRODUCCIÓN**

Actualmente la elevación de seno maxilar puede considerarse uno de los procedimientos más versátiles en cirugía bucal. Entendemos justificado el haber llevado a cabo este trabajo, ya que se ha evaluado la realización de elevaciones de seno maxilar con la ayuda de un sistema en el cual se usa un catéter-globo para su ejecución, llamado Balloon Lift Control® (Hager & Meisinger GmbH, Hanseemannstr, Neuss, Alemania).

### **OBJETIVOS**

- 1- Describir la técnica de elevación de seno maxilar mediante catéter-globo y compararla con otros sistemas similares de elevación sinusal, mínimamente invasivos.
- 2- Comparar las complicaciones peri y postoperatorias registradas con el grupo control y contrastar los resultados con los artículos presentes en la literatura.
- 3- Demostrar que la elevación de seno maxilar mediante catéter-globo es una técnica predecible, para obtener un volumen y una altura ósea adecuada para la posterior colocación de implantes de medida estándar (4x10 y/o hasta 5x12 mm).
- 4- Evaluar si el volumen óseo obtenido es apto para la colocación de 1, 2 o 3 fijaciones en cada elevación sinusal.

### **MATERIAL Y MÉTODO**

Se realizaron 33 elevaciones de seno maxilar mediante la técnica de catéter-globo y 33 con la técnica tradicional de abordaje lateral para la posterior colocación de implantes. Se realizaron radiografías panorámicas pre y post operatorias a los 6 meses, así como tomografías computarizadas inicial y previa a la colocación de los implantes.

Mediante el programa Compudent Navigator® (TC Max, Buenos Aires, Argentina), se midió la altura y el volumen óseo antes y después de las elevaciones sinusales. De esta forma, se registró el volumen óseo ganado y se observó la viabilidad de colocar fijaciones de medida estándar (4x10 y 5x12 mm) así como el número de implantes que podían ser colocados en cada elevación sinusal.

## **RESULTADOS**

En el grupo del globo se produjeron 2 perforaciones de membrana y se registró la presencia de epistaxis en uno de los pacientes. En el grupo tradicional, se produjeron 3 perforaciones de membrana; 2 de los pacientes presentaron epistaxis, 4 sufrieron sinusitis, 6 presentaron hematomas faciales y en uno ellos se observó una dehiscencia de la sutura.

La media del volumen total de injerto óseo obtenido en el grupo del globo fue de 2,3 cm<sup>3</sup> mientras que en el grupo tradicional fue de 5,8 cm<sup>3</sup>. La altura máxima del injerto óseo fue de 11 mm en el grupo del globo y de 12,4 mm en el tradicional.

En relación a las fijaciones, dentro del grupo tradicional, de los 68 implantes planificados, se obtuvo el volumen óseo adecuado para la colocación de 67 fijaciones. Sin embargo, en el grupo del globo, de los 65 implantes planificados, finalmente se consiguió el volumen óseo necesario para insertar 52 fijaciones.

Al estratificar los resultados según el número de implantes previstos en cada paciente, en los casos en donde se había programado la colocación de 1 y 2 fijaciones, no hubo diferencias significativas entre ambos grupos. Sin embargo en los casos en donde se había planificado la colocación de 3 implantes, si se observaron diferencias significativas a favor del grupo del tradicional.

## **CONCLUSIONES**

1.- La técnica de catéter-globo es una procedimiento alternativo a la elevación de seno convencional, menos invasivo y por tanto, más cómodo para el paciente.

2.- Con la técnica de catéter-globo, la tasa de complicaciones peri o postoperatorias se ve reducida en comparación con la técnica convencional.

3.- Se trata de un procedimiento predecible y capaz de proporcionar un volumen óseo adecuado para la colocación de implantes osteointegrados de medida estándar.

4- La ganancia ósea obtenida con la técnica de catéter-globo es menor comparada con la elevación de seno convencional, sin embargo se trata de un procedimiento óptimo cuando es necesario instalar 1 o 2 implantes.

## **XI. ANEXO**

**Informe Dictamen Protocolo Favorable**

C.P. - N.E. - - - C.I. P-08/153

24 de abril de 2008

**CEIC Area 7 - Hospital Clínico San Carlos**

Dra. Mar García Arenillas  
Secretaria del CEIC Area 7 - Hospital Clínico San Carlos

**CERTIFICA**

1º. Que ha evaluado la propuesta del promotor referida al estudio:

**Título: "Estudio comparativo de la elevación sinusal mediante técnica convencional versus técnica de globo."**

**Código Interno:** P-08/153

**Investigador Principal:** Elena I. Sánchez Martín-Sauceda  
Departamento de Medicina y Cirugía Bucal y Maxilofacial.

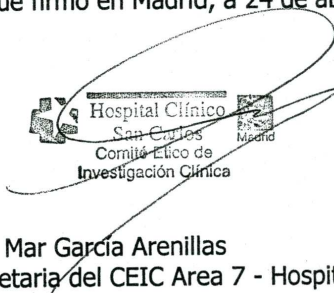
2º. Considera que:

- Se respetan los principios éticos básicos y es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.

3º. Por lo que este CEIC emite un **DICTAMEN FAVORABLE**.

Lo que firmo en Madrid, a 24 de abril de 2008

Fdo:

  
Hospital Clínico  
San Carlos  
Comité Ético de  
Investigación Clínica

Dra. Mar García Arenillas  
Secretaria del CEIC Area 7 - Hospital Clínico San Carlos